

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**Semiconductor device having integral structure of case and external connection terminals**

Patent Number: ☐ US5686758  
Publication date: 1997-11-11  
Inventor(s): ARAI KIYOSHI (JP); TAKAGI YOSHIO (JP); IWASA TATSUYA (JP)  
Applicant(s): MITSUBISHI ELECTRIC CORP (JP)  
Requested Patent: ☐ DE19518753  
Application Number: US19950441738 19950516  
Priority Number(s): JP19940119019 19940531  
IPC Classification: H01L25/07; H01L23/12; H01L25/18  
EC Classification: H01L25/18  
Equivalents: ☐ FR2726940, ☐ JP7326711

---

**Abstract**

---

It is an object of the present invention to obtain a power semiconductor device with small size and high reliability in power semiconductor devices having integral structure of case and external connection terminals. A dummy pad (42) having no electric connection with other parts is provided and a terminal end of a connecting wire (46) connecting by sequentially bonding an exposed surface of a connection electrode (43) and a bonding pad (41) of a semiconductor element (40) is bonded thereto. The semiconductor device can be miniaturized without deteriorating electric characteristics and reliability of the semiconductor elements.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 195 18 753 A 1

21 Aktenzeichen: 195 18 753.9  
22 Anmeldetag: 22. 5. 95  
43 Offenlegungstag: 7. 12. 95

51 Int. Cl. 8:  
H 01 L 25/07  
H 01 L 23/15  
H 01 L 23/28  
H 01 L 23/48  
H 01 L 23/52  
H 01 L 21/52  
H 01 L 21/607

DE 195 18 753 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31

31.05.94 JP 6-119019

71 Anmelder:

Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:

Kuhnen, Wacker & Partner, Patent- und  
Rechtsanwälte, 85354 Freising

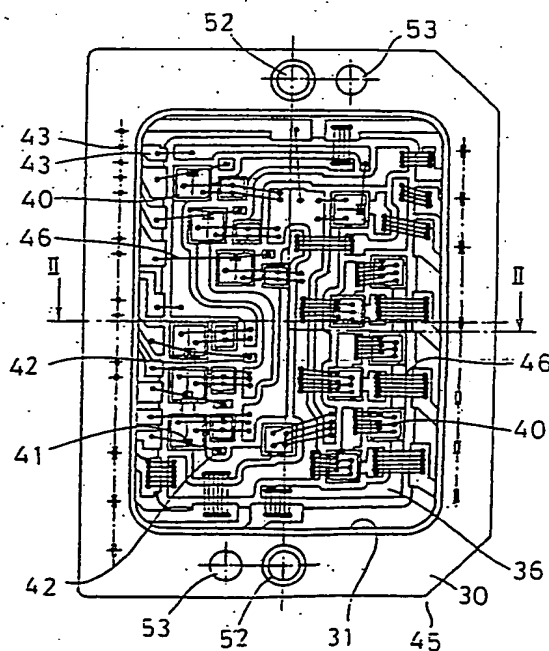
72 Erfinder:

Arai, Kiyoshi, Fukuoka, JP; Takagi, Yoshio, Fukuoka,  
JP; Iwasa, Tatsuya, Fukuoka, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Halbleitervorrichtung und Verfahren zu ihrer Herstellung

57 Um eine Halbleitervorrichtung, beispielsweise eine Leistungs-Halbleitervorrichtung geringer Größe und hoher Betriebszuverlässigkeit zu schaffen, wird ein Dummy-Kissen (42) mit keiner elektrischen Verbindung nach außen hin vorgesehen und ein Anschlußende eines Verbindungsdrahtes (46), der nacheinander eine freiliegende Oberfläche einer Anschlußelektrode (43) und ein Bondierungskissen (41) eines Halbleiterelementes (40) verbindet, wird hieran angebondet. Hierdurch ist es möglich, den Verbindungsdraht (46) entfernt von dem Halbleiterelement (40) abzuschneiden. Die Halbleitervorrichtung kann miniaturisiert werden, ohne daß elektrische Eigenschaften und Zuverlässigkeiten der verwendeten Elemente verschlechtert werden.



DE 195 18 753 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 10. 95 508 049/534

27/33

Die vorliegende Erfindung betrifft Halbleitervorrichtungen, insbesondere Leistungs-Halbleitervorrichtungen mit höher Zuverlässigkeit sowie ein einfaches Herstellungsverfahren hierfür.

Fig. 15 zeigt einen Querschnitt einer bekannten Leistungs-Halbleitervorrichtung, wie sie beispielsweise in der japanischen Patentveröffentlichung Nr. 4-76212 beschrieben ist und Fig. 16 zeigt eine Draufsicht auf diese Vorrichtung. Fig. 15 ist hierbei eine Schnittdarstellung entlang der Linie XVI-XVI in Fig. 16.

In den Fig. 15 und 16 ist mit dem Bezugszeichen 1 ein Rahmen bezeichnet, mit 2 ein Befestigungsbereich, mit 3 eine Befestigungsbohrung, mit 4 ein Verbindungsmuster, mit 5 eine Keramikplatte als Isolierplatte und mit 6 eine Metallbeschichtung als leitfähige Folie, wobei das Verbindungsmuster 4 und die Metallbeschichtung 6 direkt mit der Keramikplatte 5 ohne eine Zwischenschicht wie beispielsweise ein Lot verbunden sind, um eine isolierende Platte 7 zu bilden. Das Bezugszeichen 8 bezeichnet eine nach außen führende Anschlußelektrode und das Bezugszeichen 9 ein Halbleiterelement, wobei die Anschlußelektrode 8 und das Halbleiterelement 9 mit dem Verbindungsmuster 4 über eine Lotschicht 10 verbunden sind.

Mit dem Bezugszeichen 11 ist ein Verbindungsdraht bezeichnet und mit 12 ein Versiegelungskunststoff, beispielsweise ein Silikonkunststoff zum Schützen der Halbleiterelemente und des Verbindungsdrahtes 11 und mit dem Bezugszeichen 13 ist eine Vergußmasse bezeichnet, beispielsweise ein Epoxyharz.

Die Arbeitsweise dieser bekannten Leistungs-Halbleitervorrichtung wird nachfolgend beschrieben.

Bei der bekannten Leistungs-Halbleitervorrichtung wird in dem Halbleiterelement 9 erzeugte Wärme auf ein Kühlmaterial abgegeben, an welcher die Halbleitervorrichtung angebracht ist. Der Wärmeübergang erfolgt über die Lotschicht 10, das Verbindungsmuster 4, die Keramikplatte 5 und die Metallbeschichtung 6. Die nach außen führende Anschlußelektrode 8 ist durch die Lotschicht 10 ebenfalls mit der isolierenden Platte 7 in Verbindung. Diese Anschlußelektrode 8 ist mit dem Epoxyharz 13 festgelegt, welche die Oberfläche der Leistungs-Halbleitervorrichtung versiegelt. Wenn daher die isolierende Platte 7 aufgrund von Wärme von dem Halbleiterelement 9 ihre Form verändert, entstehen thermische Belastungen im Nahbereich der Verbindung zwischen der isolierenden Platte 7 und der Anschlußelektrode 8, welche die Lotschicht oder die Keramikplatte 5 beschädigen können. Um dies zu verhindern weist die Anschlußelektrode 8 einen gekrümmten Abschnitt zur Aufnahme der Formveränderung auf.

Dieser gekrümmte Teil kann jedoch nicht wirksam werden, wenn er in dem Epoxyharz 13 festgelegt ist, so daß der Silikonkunststoff 12 mit dem oberen Ende des gekrümmten Bereiches in Verbindung gebracht wird und das Epoxyharz 13 wird hierauf aufgebracht. Von daher kann auf eine gewisse Höhenerstreckung des gekrümmten Teiles zur Aufnahme von Formveränderungen nicht verzichtet werden, was es schwierig macht, Halbleitervorrichtungen mit geringer Bauhöhe zu erhalten. Weiterhin muß der Anhaftungsbereich zwischen der isolierenden Platte 7 und der Anschlußelektrode 8 groß sein, um den Lötverbundbereich der Anschlußelektrode 8 zu verstärken, was ebenfalls zu Problemen bei der Herstellung kleiner Halbleitervorrichtungen führt.

Um dieses Problem zu umgehen, wurde unlängst ein Aufbau entwickelt, bei dem das Gehäuse und nach außen führende Anschlußelektroden einstückig ausgebildet sind, so daß die Anschlußelektroden unabhängig von der Platte festgelegt sind und sämtliche Zwischenverbindungen durch Drahtbondierungen nicht nur zwischen den Halbleiterelementen und dem Verbindungsmuster, sondern auch zwischen den nach außen führenden Anschlußelektroden und den Halbleiterelementen hergestellt werden, so daß Formveränderungen der Platte aufgrund von Wärme, welche von den Leistungs-Halbleiterelementen erzeugt wird, keine thermischen Belastungen im Nahbereich der Verbindungen zwischen der isolierenden Platte und den Anschlußelektroden erzeugen.

Wenn jedoch bei dem obigen Aufbau, bei dem das Gehäuse und die Anschlußelektroden einstückig ausgebildet sind und sämtliche Verbindungen durch Drahtbondierungen gemacht werden, die Verbindungsenden der Anschlußelektroden an der Innenseite des Gehäuses wie Auslegerarme vorstehen, vibrieren sie beim Herstellen der Drahtbondierungs-Verbindungen, welche für gewöhnlich durch Ultraschall-Schweißanschlußverfahren gemacht werden, was dazu führt, daß die Ultraschallenergie nicht effektiv angewendet werden kann. Von daher sind die Anschluß- oder Verbindungsenden der nach außen führenden Anschlußelektroden im Inneren des Gehäuses an dem Gehäusekörper befestigt.

Da von daher die Anschlußenden der Anschlußelektroden in dem Gehäuse unmittelbar benachbart der Innenwand des Gehäuses vorgesehen werden müssen, ist es schwierig, im Nahbereich dieser Anschlußenden innerhalb des Gehäuses ausreichend Platz zur Verfügung zu haben. Da nämlich der Draht zum Anschließen der Leistungs-Halbleiterelemente nicht ein dünner Golddraht mit einem Durchmesser von ungefähr 25 bis 30  $\mu\text{m}$  ist, wie er bei herkömmlichen ICs verwendet wird, sondern ein Aluminiumdraht mit einem Durchmesser von ungefähr 0,1 bis 0,5 mm, der nach dem Bondierungsvorgang nicht einfach durch Anziehen unterbrochen werden kann, ist ein Drahtschneider notwendig, so daß wiederum ausreichend Raum zur Manipulation des Drahtschneiders benötigt ist. Wenn das Anschlußende der Anschlußelektrode an der Innenseite des Gehäuses ein zweiter Bondierungspunkt ist, muß der Abstand zwischen der Innenwand des Gehäuses und dem Anschlußende im Gehäuse groß genug sein, um ausreichend Platz im Nahbereich des Anschlußendes innerhalb des Gehäuses zu haben, so daß der Drahtschneider verwendet werden kann. Hieraus folgt, daß die Halbleitervorrichtung selbst große Abmessungen erhält. Wenn andererseits das Bondierungskissen an dem Halbleiterelement als zweiter Bondierungspunkt verwendet wird, muß ein Drahtschneider oberhalb des Halbleiterelementes eingesetzt werden, was zu Beschädigungen am Halbleiterelement führen kann, was ein Problem hinsichtlich der Fertigungsqualität ist.

Wenn das Gehäuse und die nach außen führenden Anschlußelektroden einstückig aufgebaut sind, liegt keine Haftung zwischen der isolierenden Platte und den Anschlußelektroden vor, so daß ein Anwachsen von örtlichen thermischen Belastungen verhindert werden kann, beispielsweise von Belastungen in dem Anhaftbereich zwischen der isolierenden Platte und den Anschlußelektroden aufgrund von Wärmeentwicklung der Leistungs-Halbleiterelemente. Wenn jedoch die isolierende Platte direkt an einem Kühlkörper angebracht ist, erfolgen dennoch — obgleich kein Anwachsen von örtli-

chen thermischen Belastungen vorliegt — Formveränderungen der gesamten isolierenden Platte aufgrund von Wärme der Leistungs-Halbleiterelemente, da die isolierende Platte eine zusammengesetzte Platte mit Materialien unterschiedlicher Art ist, so daß Beschädigungen an der Keramikplatte der isolierenden Platte erfolgen können.

Wenn der Aufbau verwendet wird, bei dem die isolierende Platte der Halbleitervorrichtung direkt mit dem Kühlkörper in Verbindung steht, fließt, wenn die Klebstoffmenge zum Befestigen der isolierenden Platte an dem Rahmen nur etwas zuviel ist, dieser Klebstoff auf die Oberfläche der isolierenden Platte auf der Seite, welche in Kontakt mit dem Kühlkörper ist. Wenn der Klebstoff aushärtet, kann ein Kontakt mit der isolierenden Platte und dem Kühlkörper nicht sichergestellt werden, wenn die Halbleitervorrichtung an dem Kühlkörper angebracht wird und die Kühlleistung nimmt ab oder aber der ausgehärtete Klebstoff kann beim Befestigen einen lokalen Druck auf die isolierende Platte ausüben, so daß die Keramikschicht der isolierenden Platte beschädigt werden kann.

Wenn das Gehäuse und die nach außen führenden Anschlußelektroden einstückig aufgebaut sind, wird der Silikonkunststoff verwendet, die Halbleiterelemente und die Verbindungsdrähte zu schützen, der Epoxy-Kunststoff wird jedoch nicht verwendet, da keine Notwendigkeit besteht, die Anschlußelektroden zusätzlich zu befestigen. Anstelle hiervon wird ein Deckel oder eine Abdeckung oberhalb der Anschlußenden der nach außen führenden Anschlußelektroden auf der Innenseite des Gehäuses verwendet. Wenn der Silikonkunststoff bis zur Höhenlage des Deckels eingespritzt wird, kann ein Klebemittel zum Befestigen des Deckels nicht aufgebracht werden, so daß aus diesem Grund ein Freiraum unterhalb des Deckels verbleiben muß. Von daher wird die obere Oberfläche des Silikonkunststoffes so tief als möglich gelegt, da es wünschenswert ist, die Höhe der gesamten Halbleitervorrichtung so gering wie möglich zu machen. Dann besteht jedoch Gefahr, daß der Aluminiumdraht an den Anschlußenden der Anschlußelektroden im Inneren des Gehäuses in diesem Freiraum ungeschützt vorliegt, so daß er oxidieren kann.

Wie aus der obigen Darlegung hervorgeht, haben herkömmliche Halbleitervorrichtungen Probleme hinsichtlich der Zuverlässigkeit bei der Herstellung, insbesondere dann, wenn sie aus einem einstückig aufgebauten Gehäuse zusammen mit nach außen führenden Anschlußelektroden mit geringer Größe hergestellt werden sollen.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Halbleitervorrichtung mit geringem Abmessungen und hoher Zuverlässigkeit zu schaffen, so wie ein Verfahren zur Herstellung einer derartigen klein bauenden und sehr zuverlässigen Halbleitervorrichtung.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch die in den Ansprüchen 1 bzw. 17 angegebenen Merkmale, wobei die jeweiligen Unteransprüche vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung zum Inhalt haben.

Erfindungsgemäß ist somit gemäß eines Aspektes der vorliegenden Erfindung eine Halbleitervorrichtung vorgesehen mit: (a) einem äußeren Umfassungsgehäuse; wobei das äußere Umfassungsgehäuse aufweist: (a-1) einen Rahmen mit einer Durchgangsbohrung, welche durch eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche, welche einander gegenüberliegen verläuft und einen

Stufenbereich aufweist, der von der ersten Oberfläche entlang einer Öffnung der Durchgangsbohrung in der ersten Oberfläche zurückspringt, und (a-2) eine Anschlußelektrode, welche teilweise in dem Rahmen eingebettet ist und deren eines Ende von der zweiten Oberfläche des Rahmens vorsteht und deren anderes Ende eine freiliegende Oberfläche parallel zu der ersten Oberfläche der Durchgangsbohrung definiert, wobei die erste Oberfläche eine Anbringoberfläche für die Halbleitervorrichtung definiert und wobei die Halbleitervorrichtung weiterhin aufweist: (b) eine isolierende Karte, wobei die isolierende Karte aufweist: (b-1) eine isolierende Platte mit zwei Hauptoberflächen, (b-2) eine erste leitfähige Folie, welche auf einer der Hauptoberflächen der isolierenden Platte angeordnet ist und ein Verdrahtungsmuster bildet, und (b-3) eine zweite leitfähige Folie auf der anderen der Hauptoberflächen der isolierenden Platte, wobei die isolierende Karte an dem Stufenbereich des Rahmens so befestigt ist, daß die Oberfläche der ersten leitfähigen Folie zur Innenseite der Durchgangsbohrung des Rahmens weist und die Oberfläche der zweiten leitfähigen Folie von der ersten Oberfläche des Rahmens aus vorsteht, wobei die Halbleitervorrichtung weiterhin aufweist: (c) ein Halbleiterelement, welches auf dem Verdrahtungsmuster angeordnet ist und auf seiner Oberfläche ein Bondierungskissen aufweist; und (d) einen Verbindungsdraht, der die freiliegende Oberfläche der Anschlußelektrode und das Bondierungskissen des Halbleiterelementes durch eine Bondierung verbindet; wobei die erste leitfähige Folie aufweist: (b-2-1) einen inselförmigen Bereich, an welchem ein Anschlußende des Verbindungsdrahtes angebondet ist und der keine elektrische Verbindung mit seiner Umgebung hat.

Gemäß dieses Aspektes der vorliegenden Erfindung ist somit der inselförmige Bereich des Verdrahtungsmusters vorgesehen, an welchem ein Anschlußende des einen Verbindungsdrahtes zum Verbinden der freiliegenden Oberfläche der Anschlußelektrode mit dem Bondierungskissen des Halbleiterelementes angebondet ist und von dem eine elektrische Verbindung zu anderen Bereichen nicht vorliegt und der Draht kann an dem Bondierungspunkt in diesem inselförmigen Bereich abgeschnitten werden. Im Ergebnis werden die freiliegende Oberfläche der Anschlußelektrode und das Bondierungskissen des Halbleiterelementes nicht mehr als zweiter Bondierungspunkt verwendet, so daß die Halbleitervorrichtung ohne Verschlechterungen der elektrischen Eigenschaften und der Zuverlässigkeit des Halbleiterelementes verkleinert werden kann.

Bevorzugt bestehen die erste leitfähige Folie und die zweite leitfähige Folie im wesentlichen aus Metall, wobei Kupfer wenigstens eine Hauptkomponente ist.

Bevorzugt besteht der Verbindungsdraht im wesentlichen aus Aluminium und hat einen Durchmesser von ungefähr 0,1 bis 0,5 mm hat.

Weiterhin ist bevorzugt ein Versiegelungsmaterial zum Füllen der Innenseite der Durchgangsbohrung vorgesehen, so daß das Halbleiterelement, das Verdrahtungsmuster, die freiliegende Oberfläche und der Verbindungsdraht bedeckt sind. Hierbei ist das Versiegelungsmaterial im wesentlichen Epoxyharz.

Die isolierende Platte besteht bevorzugt aus einer gesinterten Platte aus anorganischen Material.

Somit ist bei dieser Ausgestaltungsform der vorliegenden Erfindung die Möglichkeit gegeben, von dem Halbleiterelement erzeugte Wärme wirksam abzustrahlen, da die isolierende Platte der isolierenden Karte eine

anorganische gesinterte Platte ist. Im Ergebnis wird die Wärmeabstrahlungsfläche der isolierenden Platte kleiner und die Halbleitervorrichtung kann ebenfalls verkleinert werden.

Bevorzugt besteht die isolierende Platte im wesentlichen aus Keramik.

Die isolierende Karte ist weiterhin bevorzugt in eine Mehrzahl von Einzelteilen unterteilt, wobei alle Einzelteile einen Teil der isolierenden Platte, einen Teil der ersten leitfähigen Folie und einen Teil der zweiten leitfähigen Folie aufweisen und wobei die Halbleitervorrichtung weiterhin aufweist: (e) eine Verbindungsvorrichtung zum Verbinden der Mehrzahl von unterteilten Einzelteilen miteinander, um thermische Ausdehnungen eines jeden der Einzelteile zu absorbieren.

Da bei dieser Ausgestaltungsform der vorliegenden Erfindung die isolierende Karte in eine Mehrzahl von einzelnen Teilen unterteilt ist und die voneinander getrennten Teile jeweils mit der Verbindungsvorrichtung gekoppelt sind, um eine thermische Ausdehnung eines jeden der einzelnen Teile zu absorbieren, kann die thermische Ausdehnung der isolierenden Karte verringert werden, so daß ihre Verformung verhindert wird und somit die Zuverlässigkeit der Halbleitervorrichtung verbessert ist.

Wenn der Verbindungsdraht als erster Verbindungsdraht genommen wird, weist die Halbleitervorrichtung bevorzugt weiterhin einen zweiten Verbindungsdraht auf, wobei der zweite Verbindungsdraht die Verdrahtungsmuster der Einzelteile untereinander elektrisch verbindet.

Die Verbindungseinrichtung weist bevorzugt auf: (e-1) eine Versiegelungsvorrichtung aus flüssigem Material, wobei die Halbleitervorrichtung weiterhin aufweist: (f) ein Versiegelungsmaterial zum Versiegeln der Innenseite der Durchgangsbohrung.

Da bei dieser Ausgestaltungsform der vorliegenden Erfindung die Abdichtvorrichtung oder das Versiegelungsmaterial aus einem flüssigen Material an der Verbindungsvorrichtung vorgesehen ist und die Halbleitervorrichtung ebenfalls ein Abdichtmaterial zum Versiegeln oder Abdichten der Innenseite der Seitenwand beinhaltet, können die Halbleiterelemente und der Verbindungsdraht sicher über eine lange Zeitdauer hinweg geschützt werden, so daß die Zuverlässigkeit der Halbleitervorrichtung verbessert werden kann.

Das Versiegelungsmaterial besteht bevorzugt im wesentlichen aus Silikonharz.

Bevorzugt definiert der Rahmen eine Umfangswand, welche den Stufenbereich umgibt, wobei die Umfangswand zurückspringend ist, so daß eine seitliche Oberfläche der isolierenden Karte, welche an dem Stufenbereich befestigt ist und die Umfangswand einen Ausnehmungsbereich bilden und wobei der Rahmen einen Kerbenbereich bildet, der mit dem Ausnehmungsbereich in Verbindung steht und sich zu der ersten Oberfläche über einen Teil der Umfangswand hinweg erstreckt.

Bei dieser Ausgestaltungsform der vorliegenden Erfindung ist der Ausnehmungsbereich an der Umfangswand und der seitlichen Oberfläche der isolierenden Karte vorgesehen und der Kerbenbereich ist in einem Teil der Umfangswand vorgesehen, welche mit diesem Ausnehmungsbereich in Verbindung steht und verläuft zum Boden (der ersten Oberfläche) des Rahmens, so daß überschüssiges Klebemittel zum Kleben der isolierenden Platte in diesem Kerbenbereich austreten kann, so daß verhindert wird, daß dieser Kleber zu der Oberfläche der isolierenden Karte hin fließt. Somit kann das

Klebemittel nicht zu der Oberfläche der zweiten leitfähigen Folie hin fließen, so daß die Vorrichtung gute Wärmeabstrahleigenschaften und verbesserte Zuverlässigkeiten hat.

Bei der erfindungsgemäßen Halbleitervorrichtung hat die isolierende Karte bevorzugt einen Eckbereich und der Kerbenbereich ist in einem Teil der Umfangswand gegenüber dem Eckbereich angeordnet.

Somit ist bei dieser Ausgestaltungsform der vorliegenden Erfindung der Kerbenbereich in einem Teil der Umfangswand ausgebildet, welche zu einem Eckbereich der isolierenden Karte weist. Beschädigungen des Eckbereiches der isolierenden Karte können beim Bondieren der isolierenden Karte somit vermieden werden. Da weiterhin Beschädigungen an den Ecken der isolierenden Karte in der zusammengebauten Halbleitervorrichtung vermieden werden, kann die Ausbeute bei der Herstellung erhöht werden.

Bevorzugt springt bei der Halbleitervorrichtung nach der vorliegenden Erfindung die Umfangswand von der seitlichen Oberfläche der isolierenden Karte bei Annäherung an den Kerbenbereich nach und nach zurück, so daß die Ausnehmungsbreite des Ausnehmungsbereiches mit Annäherung an den Kerbenbereich anwächst.

Da bei dieser Ausgestaltungsform der vorliegenden Erfindung sich die Umfangswand nach und nach von der seitlichen Oberfläche der isolierenden Karte zurückzieht oder hiervon zurückspringt, wenn die Umfangswand sich dem Kerbenbereich nähert, so daß die Breite der Ausnehmung bei der Annäherung an den Kerbenbereich sich vergrößert, kann der Klebstoff wirksam zu dem Kerbenbereich geführt werden, während die isolierende Karte positioniert wird. Somit kann der Klebstoff nicht auf die Oberfläche der zweiten leitfähigen Folie während des Zusammenbaus geraten, so daß die Vorrichtung eine gute Wärmeabstrahleigenschaft und hohe Zuverlässigkeit hat.

Der Rahmen hat bevorzugt eine zurückspringende Oberfläche, welche von der zweiten Oberfläche entlang einer Öffnung der Durchgangsbohrung in die zweite Oberfläche zurückspringt, wobei, wenn der Stufenbereich als erster Stufenbereich genommen wird, die zurückspringende Oberfläche einen zweiten Stufenbereich definiert, der näher an der zweiten Oberfläche ist als die freiliegende Oberfläche, wobei die Anschlußelektrode so angeordnet ist, daß die freie Oberfläche der Anschlußelektrode näher an der zweiten Oberfläche als das Bondierungskissen des Halbleiterelementes ist und wobei die Halbleitervorrichtung aufweist: (e) ein Versiegelungsmaterial zum Versiegeln des Innenbereichs der Durchgangsbohrung der isolierenden Karte gegenüber der freiliegenden Oberfläche; (f) einen Deckel, der auf den zweiten Stufenbereich aufgebracht ist und die Öffnung der Durchgangsbohrung in der zweiten Oberfläche verschließt, und (g) einen Klebstoff, der den Deckel festlegt und einen freiliegenden Teil des Verbindungsdrahtes auf der Oberfläche des Versiegelungsmaterials bedeckt.

Bei der Halbleitervorrichtung gemäß dieser Ausgestaltungsform der vorliegenden Erfindung ist der zweite abgestufte Bereich mit einer zurückspringenden Oberfläche von der zweiten Oberfläche aus gesehen am Umfang der Öffnung der zweiten Oberfläche vorgesehen, wobei die zurückspringende Oberfläche näher an der zweiten Oberfläche als an der freiliegenden Oberfläche ist. Die freiliegende Oberfläche von einem Ende der Verbindungselektrode ist näher an der zweiten Oberfläche angeordnet als das Bondierungskissen des Halblei-



terelementes. Weiterhin ist die Innenseite der Durchgangsbohrung mit einem Versiegelungsmaterial in Richtung der freiliegenden Oberfläche hin versiegelt und der Klebstoff ist vorgesehen, um den Deckel festzulegen, der in dem zweiten abgestuften Bereich vorhanden ist und einstückig den Verbindungsdraht abdeckt, der auf der Oberfläche des Versiegelungsmaterials freiliegt. Somit liegt der Verbindungsdraht nicht an der freien Luft und eine Korrosion oder Oxydation des Verbindungsdrahtes kann verhindert werden, so daß die Zuverlässigkeit der Halbleitervorrichtung verbessert ist.

Der Klebstoff ist bevorzugt ein thermisch aushärtendes Klebemittel.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung einer Halbleitervorrichtung, umfaßt die folgenden Schritte: (a) Bereitstellen eines äußeren Umfassungsgehäuses mit einer Durchgangsbohrung, welche durch eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche verläuft, die einander gegenüber liegen, wobei ein Stufenbereich von der ersten Oberfläche entlang einer Öffnung der Durchgangsbohrung in die erste Oberfläche zurückspringt und eine Anschlußelektrode teilweise in dem Rahmen eingebettet ist, wobei ihr eines Ende von der zweiten Oberfläche des Rahmens vorsteht und ihr anderes Ende eine freiliegende Oberfläche parallel zu der ersten Oberfläche in der Durchgangsbohrung bildet; (b) Bereitstellen einer isolierenden Karte mit einer isolierenden Platte mit zwei Hauptoberflächen, wobei eine erste leitfähige Folie auf einer der Hauptoberflächen der isolierenden Platte aufgebracht wird und eine zweite leitfähige Folie auf die andere der Hauptoberflächen der isolierenden Platte aufgebracht wird; (c) Bereitstellen eines Halbleiterelementes mit einem Bondierungskissen auf seiner Oberfläche; (d) Bereitstellen von drahtförmiger Verbindungsverdrahtung; und (e) Ausbilden eines Verdrahtungsmusters durch selektives Entfernen der ersten leitfähigen Folie, wobei der Schritt (e) den folgenden Unterschritt aufweist: (e-1) Ausbilden eines inselförmigen Bereiches, als Teil des Verdrahtungsmusters, der keine elektrische Verbindung mit seiner Umgebung hat, wobei das Herstellungsverfahren weiterhin die folgenden Schritte aufweist: (f) Aufbringen von Lot auf das Verdrahtungsmuster; (g) Anordnen des Halbleiterelementes auf dem Lot; (h) Aufbringen eines Klebstoffes auf den Stufenbereich; und (i) Anordnen des Rahmens an der isolierenden Karte, so daß die Oberfläche des Verdrahtungsmusters der Innenseite der Durchgangsbohrung des Rahmens gegenüber liegt und ein Umfangsbereich der isolierenden Karte in Anlage mit dem Stufenbereich mit dem aufgetragenen Klebstoff gelangt; wobei der Schritt (i) den folgenden Unterschritt aufweist: (i-1) Drücken des Rahmens gegen die isolierende Karte mit einem geeigneten Druckwert und wobei das Herstellungsverfahren die weiteren folgenden Schritte aufweist: (j) Erwärmen des Lotes und des Klebstoffes, um das Halbleiterelement an dem Verdrahtungsmuster und um die isolierende Karte an dem Rahmen zu befestigen, wobei dieses Erwärmen nach den Schritten (g) und (i) erfolgt; (k) Bondieren eines Endes des Verbindungsdrahtes auf die freiliegende Oberfläche der Anschlußelektrode nach dem Schritt (j); (l) Bondieren eines ersten Punktes des Verbindungsdrahtes auf das Bondierungskissen des Halbleiterelementes, welches an dem Verdrahtungsmuster befestigt ist, wobei das Bondieren nach dem Schritt (k) erfolgt; (m) Bondieren eines zweiten Punktes des Verbindungsdrahtes entfernt von dem ersten Punkt auf den inselförmigen Be-

reich, wobei dieses Bondieren nach dem Schritt (l) erfolgt; und (n) Schneiden des Verbindungsdrahtes im Nahbereich des zweiten Punktes gegenüber dem ersten Punkt, wobei das Schneiden nach dem Schritt (m) erfolgt.

Das erfindungsgemäße Verfahren umfaßt weiterhin bevorzugt die folgenden Schritte: (o) Bereitstellen eines Versiegelungsmaterials, welches für Versiegelungszwecke geeignet ist; und (p) Versiegeln der Innenseite der Durchgangsbohrung mit dem Versiegelungsmaterial, so daß das Halbleiterelement, das Verdrahtungsmuster, die freiliegende Oberfläche und der Verbindungsdraht bedeckt sind, wobei dieses Versiegeln nach dem Schritt (n) erfolgt.

Die in dem Schritt (b) bereitgestellte isolierende Karte kann bevorzugt in eine Mehrzahl von Einzelteilen unterteilt werden, wobei alle Einzelteile einen Teil der isolierenden Platte, einen Teil der ersten leitfähigen Folie und einen Teil der zweiten leitfähigen Folie beinhalten, wobei das Herstellungsverfahren weiterhin den folgenden Schritt aufweist: (o) Bereitstellen eines Verbindungsteiles, welches in der Lage ist, die Mehrzahl von Einzelteilen miteinander zu verbinden, um thermische Ausdehnung eines jeden der Einzelteile zu absorbieren und wobei der Schritt (i) den folgenden Unterschritt aufweist: (i-2) Anordnen des Verbindungsteiles zwischen die Mehrzahl von Einzelteilen und Verbinden der Einzelteile über das Verbindungsteil.

Bei dem bevorzugten Herstellungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung wird somit die isolierende Karte in eine Mehrzahl von voneinander getrennten Teilen unterteilt und die voneinander getrennten Teile sind jeweils untereinander mit der Verbindungseinrichtung oder dem Verbindungsteil gekoppelt, so daß eine thermische Ausdehnung eines jeden der einzelnen Teil absorbiert wird. Somit kann die thermische Ausdehnung der gesamten isolierenden Karte verringert werden, um irgendwelche Formveränderungen zu verhindern, so daß die Zuverlässigkeit der Halbleitervorrichtung verbessert ist.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung umfaßt das Verfahren weiterhin: (p) Bereitstellen eines zweiten Verbindungsdrahtes, wenn der Verbindungsdraht als erster Verbindungsdraht definiert ist; und (g) Herstellen einer Verbindung zwischen den Verdrahtungsmustern benachbarter Einzelteile mit dem zweiten Verbindungsdraht, wobei diese Verbindungsherstellung nach dem Schritt (j) erfolgt.

Der oben genannte Schritt (i-2) kann bevorzugt den folgenden Unterschritt aufweisen: (i-2-1) Festlegen der Mehrzahl von Einzelteilen und des Verbindungsteiles unter Verwendung eines Klebstoffes, wobei das Herstellungsverfahren weiterhin aufweist: (p) Bereitstellen eines Versiegelungsmaterials, welches für Versiegelungszwecke geeignet ist; und (o) Versiegeln der Innenseite der Durchgangsbohrung mit dem Versiegelungsmaterial, wobei das Versiegeln nach dem Schritt (n) erfolgt.

Bei dieser vorteilhaften Ausgestaltungsform der vorliegenden Erfindung können die Halbleiterelemente und der Verbindungsdraht stabil und zuverlässig über eine lange Zeitdauer hin geschützt werden und die Zuverlässigkeit der Halbleitervorrichtung wird verbessert, da die Verbindungseinrichtung und die Einzelteile mit dem Klebstoff miteinander verbunden sind und die Innenseite der Seitenwand mit dem Versiegelungsmaterial abgedichtet ist.

Der in dem Schritt (a) bereitgestellte Rahmen kann

bevorzugt in dem äußeren Umfassungsgehäuse eine Umfangswand definieren, wobei die Umfangswand zurückspringend ausgebildet wird, so daß die Umfangswand und eine seitliche Oberfläche der isolierenden Karte an dem Stufenbereich einen Ausnehmungsbereich bilden und wobei in dem Rahmen ein Kerbenbereich ausgebildet wird, der mit dem Ausnehmungsbereich in Verbindung steht und sich durch die erste Oberfläche in einem Teil der Umfangswand erstreckt.

Bei dieser vorteilhaften Ausgestaltungsform des Herstellungsverfahrens der vorliegenden Erfindung ist die Ausnehmung an der Umfangswand und der seitlichen Oberfläche der isolierenden Karte ausgebildet, wenn der Rahmen an der isolierenden Karte angebracht wird, so daß er in Eingriff mit dem abgestuften Bereich gelangt. Weiterhin ist der Kerbenbereich in einem Teil der Umfangswand vorgesehen, der mit diesem Ausnehmungsbereich in Verbindung steht und sich zur Unterseite des Rahmens (der ersten Oberfläche) erstreckt, so daß überschüssiger Klebstoff zum Befestigen der isolierenden Karte in diesen Kerbenbereich fließt, wenn der Rahmen unter Druck gegen die isolierende Karte gesetzt wird, so daß verhindert werden kann, daß der Klebstoff über die Oberfläche der isolierenden Karte hinaus läuft. Da somit kein Klebstoff auf die zweite leitfähige Folie gelangen kann, hat die Vorrichtung gute Wärmeabstrahleigenschaften und hohe Zuverlässigkeit.

Schließlich kann der im obigen Schritt (a) bereitgestellte Rahmen des Umfassungsgehäuses mit einer zurückspringenden Oberfläche ausgestattet werden, welche von der zweiten Oberfläche entlang einer Öffnung der Durchgangsbohrung in der zweiten Oberfläche zurückspringt, wobei, wenn der Stufenbereich als erster Stufenbereich definiert ist, die zurückspringende Oberfläche als zweiter Stufenbereich näher an der zweiten Oberfläche als die freiliegende Oberfläche definiert wird, wobei die Anschlußelektrode in dem Rahmen so angeordnet wird, daß die freiliegende Oberfläche der Anschlußelektrode näher an der zweiten Oberfläche als das Bondierungskissen des Halbleiterelementes ist, wenn die isolierende Karte mit dem Umfassungsgehäuse verbunden wird und wobei das Herstellungsverfahren die weiteren folgenden Schritte aufweist: (q) Bereitstellen eines Deckels, der mit dem zweiten Stufenbereich in Eingriff bringbar ist, um die Öffnung der Durchgangsbohrung in der zweiten Oberfläche zu verschließen; (r) Bereitstellen eines Versiegelungsmaterials, welches für Versiegelungszwecke geeignet ist; (s) Versiegeln des inneren Bereiches der Durchgangsbohrung der isolierenden Karte in Richtung der freiliegenden Oberfläche mit dem Versiegelungsmaterial, wobei das Versiegeln nach dem Schritt (n) erfolgt; (t) wenn der Kleber als erster Kleber definiert ist, Aufbringen eines zweiten Klebers auf den zweiten Stufenbereich und das Versiegelungsmaterial, um einen Teil des Verdrahtungsmaterials oberhalb der Oberfläche des Versiegelungsmaterials zu bedecken; (u) Aufsetzen des Deckels auf den zweiten Stufenbereich; (v) die Öffnung der Durchgangsbohrung in der zweiten Oberfläche zu bedecken; und (v) Aushärten des zweiten Klebstoffes.

Demzufolge wird bei dieser Ausgestaltung des Herstellungsverfahrens der innere Bereich der Durchgangsbohrung der isolierenden Karte mit dem Versiegelungsmaterial ausgefüllt und der zweite Klebstoff wird aufgebracht, um einen Teil des Verbindungsmaterials zu bedecken, welches auf der Oberfläche des Abdichtmaterials freiliegt, wonach dann der Deckel mit dem zweiten Klebstoff festgelegt wird, wobei der Deckel in Ein-

griff mit dem zweiten abgestuften Bereich ist. Somit liegt der Verbindungsdraht nicht an der Luft und eine Korrosion oder Oxidation des Verbindungsdrahtes kann verhindert werden, so daß die Zuverlässigkeit der Halbleitervorrichtung verbessert ist.

Weitere Einzelheiten, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsformen anhand der Zeichnung.

Es zeigt:

Fig. 1 eine Draufsicht auf eine Halbleitervorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 einen Querschnitt durch die Halbleitervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3 eine Seitenansicht auf die Halbleitervorrichtung gemäß der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4 eine Ansicht von unten auf die bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Halbleitervorrichtung;

Fig. 5 eine vergrößerte Teilschnittdarstellung der erfindungsgemäßen bevorzugten Halbleitervorrichtung;

Fig. 6 eine Ansicht von unten auf eine Halbleitervorrichtung einer zweiten bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 7 eine Ansicht von unten auf eine Halbleitervorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 8 eine Draufsicht auf eine Halbleitervorrichtung einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 9 eine Querschnittsdarstellung der Halbleitervorrichtung aus Fig. 8;

Fig. 10 eine Ansicht von unten auf die Halbleitervorrichtung von Fig. 8;

Fig. 11 eine weitere Ansicht von unten auf die bevorzugte Ausgestaltungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 12 eine Ansicht von unten auf eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 13 eine weitere Ansicht von unten auf die Ausführungsform von Fig. 12;

Fig. 14 eine Querschnittsdarstellung durch eine weitere Ausgestaltungsform der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 15 und 16 eine Schnittdarstellung bzw. eine Draufsicht auf die bekannte Halbleitervorrichtung gemäß obiger Beschreibung.

Fig. 1 ist eine Draufsicht auf eine Halbleitervorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Fig. 1 zeigt als Beispiel eine Leistungs-Halbleitervorrichtung (Power-Semiconductor) mit abgenommener Abdeckung, um die innere Anordnung in der Halbleitervorrichtung darstellen zu können. Fig. 2 ist eine Querschnittsdarstellung der Halbleitervorrichtung aus Fig. 1 entlang der dortigen Linie II-II, Fig. 3 ist eine Seitenansicht der Halbleitervorrichtung von Fig. 1 und Fig. 4 ist eine Ansicht von unten auf die Halbleitervorrichtung von Fig. 1.

In den Fig. 1 bis 4 ist mit dem Bezugszeichen 30 ein Träger oder Rahmen bezeichnet. Der Rahmen 30 wird durch Spritzguß aus einem Thermoplasten gefertigt. Das Bezugszeichen 31 bezeichnet eine Durchgangsbohrung, das Bezugszeichen 32 bezeichnet eine Befestigungs- oder Anbringoberfläche als erste Oberfläche und das Bezugszeichen 33 bezeichnet einen Stufenbereich mit einem Boden 34, der von der Anbringoberfläche 32 zurückspringt und mit einer Umfangswand 35. Das Bezugszeichen 36 bezeichnet ein Verdrahtungsmu-

ster in Form einer ersten leitfähigen Folie und das Bezugszeichen 37 bezeichnet eine isolierende Platte, welche aus einem anorganischen Material gesintert ist. Die Platte 37 aus anorganischem gesinterten Material besteht im dargestellten Ausführungsbeispiel aus einer Keramik. Das Bezugszeichen 38 bezeichnet einen Metallüberzug als zweite leitfähige Folie, wobei sowohl das Verdrahtungsmuster 36 als auch der Metallüberzug 38 aus einem Kupfermaterial bestehen. Das Verdrahtungsmuster 36, die Keramikplatte 37 und der Metallüberzug 38 bilden eine isolierende Karte 39, welche mit dem Boden 34 des Stufenbereiches 33 verbunden ist, wobei das Verdrahtungsmuster 36 in Richtung der Durchgangsbohrung 31 weist.

Da das Leistungs-Halbleiterelement im Betrieb eine hohe Temperatur erreicht, wird als Klebstoff ein elastisches, technisch aushärtendes Silikonklebemittel verwendet. Für gewöhnlich wird die isolierende Karte 39 dadurch hergestellt, daß der Metallüberzug 38 mit einer Dicke von ungefähr 0,1 bis 0,4 mm auf beide Oberflächen einer Keramikplatte mit einer Dicke von ungefähr 0,5 bis 1 mm aufgebracht wird, wobei wenigstens einer der Metallüberzüge als Verdrahtungsmuster 36 verwendet wird.

Halbleiterelemente 40 sind auf die Oberfläche des Verdrahtungsmusters 36 aufgelötet. Auf der Oberfläche des Halbleiterelementes 40 ist ein Bondierungskissen 41 vorgesehen. Diese Halbleitervorrichtung ist mit sechs Dioden für den Wandler, sechs Transistoren für den Inverter, sechs Freilaufdioden für den Inverter, einen Transistor für den Brems- oder Generatorbetrieb und eine Freilaufdiode für den Brems- oder Generatorbetrieb versehen. Ein sogenanntes Dummy-Kissen 42 in Form eines inselförmigen Bereiches in dem Verdrahtungsmuster 36 steht nicht elektrisch mit anderen Teilen in Verbindung.

Eine Anschlußelektrode 43 für den nach außen gehenden Anschluß ist L-förmig und an dem Rahmen 30 angengossen. Die Hinterseite des inneren Endes oder ein Ende dieser Anschlußelektrode 43 sitzt auf dem Rahmen 30 auf. Die obere Oberfläche dieses inneren Endes liegt frei in Richtung eines Innenraumes 44 des Rahmens 30 vor, wobei die freiliegende Oberfläche, auf welcher der Verbindungsdraht aufgebondet ist, parallel zur Oberfläche des Verdrahtungsmusters 36 der isolierenden Karte 39 und ebenfalls parallel zu der Aufbringoberfläche 32 liegt. Das andere Ende der Anschlußelektrode oder ihr äußeres Ende hiervon steht als vorstehendes Ende von einer oberen Oberfläche 49 des Rahmens 30 vor, welche die zweite Oberfläche des Rahmens 30 ist. Die Anschlußelektroden 43 und der Rahmen 30 bilden ein äußeres Umfassungsgehäuse 45.

Da die Stromkapazität dieses Leistungs-Halbleiterelementes hoch ist, wird ein Aluminiumdraht mit einem Durchmesser von ungefähr 0,1 bis 0,5 mm als Verbindungsdraht 46 verwendet. Ein gelartiges Silikonharz 47 wird auf die freiliegenden Oberflächen der inneren Enden der Anschlußelektroden 43 aufgebracht, um die Halbleiterelemente 40 und die Anschlußelektroden 43 zu schützen. Ein Deckel 48 ist mit einem Deckelsitz 50 verbunden, der eine zweite Stufe ist, welche von der oberen Oberfläche 49 des Rahmens 30 zurückspringt. Die Befestigung des Deckels 48 erfolgt mit einem elastischen, thermisch aushärtenden Klebstoff. Dieser Klebstoff 51 verbindet den Deckel 48 mit dem Deckelsitz 50 und versiegelt den Verbindungsdraht 46, der von der Oberfläche des Silikonharzes 47 vorsteht.

Mit dem Bezugszeichen 52 ist eine Befestigungsboh-

rung der Halbleitervorrichtung bezeichnet und mit Bezugszeichen 53 eine Ausrichtbohrung. Das Bezugszeichen 54 bezeichnet eine Fließausnehmung für den Klebstoff, welche in der Umfangswand 35 des Stufenbereiches 33 der Aufbringoberfläche 32 der Halbleitervorrichtung und in der seitlichen Oberfläche der isolierenden Karte 39 eingebracht ist, welche in dem Stufenbereich 33 befestigt ist. Eine Klebstoffaufnahme 55 in Kerbenform ist wie ein kreisförmiger Bogen der gleichen Tiefe wie der Stufenbereich 33 ausgebildet und steht mit der Fließausnehmung 34 in Verbindung.

Die Halbleitervorrichtung gemäß obiger Beschreibung wird im wesentlichen wie folgt hergestellt.

Zunächst werden gleichzeitig mit der Herstellung des Rahmens 30 durch einen Spritzgußvorgang die Anschlußelektroden 43 eingesetzt und bearbeitet, so daß das äußere Umfassungsgehäuse 45 vorbereitet ist. Weiterhin wird die isolierende Karte 39 durch Ausbilden eines bestimmten Verdrahtungsmusters 36 in einer der Metallüberzüge der isolierenden Karte vorbereitet. Wenn dieses Muster ausgebildet wird, wird der inselförmige Bereich, der als Dummy-Kissen 42 verwendet wird, im Nahbereich des Musters des Halbleiterelementes ausgebildet.

Nachfolgend wird eine Lotpaste auf das Verdrahtungsmuster 36 der isolierenden Karte 39 aufgebracht und elektrische Bauteile, beispielsweise die Halbleiterelemente, werden in ihren bestimmten Positionen angeordnet.

Nachfolgend wird ein Klebstoff auf den Stufenbereich 33 des Rahmens 30 aufgebracht und dann wird das äußere Umfassungsgehäuse 45 auf der isolierenden Karte 39 angeordnet, wobei das Verdrahtungsmuster 36 in der isolierenden Karte 39 nach oben weist. Es wird dann ein gewisser Druck aufgebracht, um überschüssigen Klebstoff von der Verbindungsfläche auszutreiben. Es erfolgt dann ein Erwärmungsvorgang und die elektrischen Bauteile werden festgelötet und das äußere Umfassungsgehäuse 45 und die isolierende Karte 39 werden miteinander verbunden.

Nachfolgend werden die Halbleiterelemente 40, das Verdrahtungsmuster 36 und die inneren Enden der Anschlußelektroden 43 mit dem Verbindungsdraht 46 durch einen Bondierungsvorgang miteinander verbunden, wobei ein Ultraschall-Druckverbindungsverfahren angewendet wird. Insbesondere wenn das Halbleiterelement 40 und das innere Ende der Anschlußelektrode 43 miteinander verbunden werden, werden das innere Ende der Anschlußelektrode 43 und das Halbleiterelement 40 aufeinanderfolgend verbunden, der Verbindungsdraht 46 wird mit dem Dummy-Kissen 42 im Nahbereich des Halbleiterelementes 40 verbunden und dann wird der Verbindungsdraht 46 abgeschnitten.

Nachfolgend wird das Silikonharz 47 auf die freiliegende Oberfläche der inneren Enden der Anschlußelektroden aufgebracht und ausgehärtet und dann wird der Klebstoff 51 auf den Deckelsitz 50 aufgebracht, um den Verbindungsdraht 46 vollständig zu bedecken, der mit den freiliegenden Oberflächen der inneren Enden der Anschlußelektroden 43 außerhalb der Oberfläche des Silikonharzes 47 bondiert ist, wonach dann der Klebstoff 51 ausgehärtet wird, um den Deckel 48 zu befestigen.

Die Arbeitsweise dieser Halbleitervorrichtung wird nachfolgend beschrieben.

Wie bereits erläutert, weist diese Halbleitervorrichtung sechs Dioden für den Halbleiter-Wandler, sechs Transistoren für den Inverter, sechs Freilaufdioden für

den Inverter, einen Transistor für den Brems- oder Generatorbetrieb und eine Freilaufdiode für den Brems- oder Generatorbetrieb auf, wobei als Eingangsenergieversorgung eine dreiphasige Wechselstromversorgung angelegt wird. Diese Wechselstromversorgung wird von dem Wandler in einen Gleichstrom umgesetzt und dann von dem Inverter in einen Wechselstrom mit variabler Frequenz umgesetzt. Dieser Strom wird an einen Elektromotor angelegt und dazu verwendet, als Drehzahlregelung für den Motor zu dienen.

Da bei dieser Halbleitervorrichtung die isolierende Karte direkt an einem nicht dargestellten externen Kühlkörper angebracht ist, wird durch den Betrieb der Transistoren für den Invertierer erzeugte Wärme effektiv zur Außenseite hin abgestrahlt.

Das äußere Umfassungsgehäuse 45 weist die Anschlußelektroden 43 und den Rahmen 30 auf, welche einstückig ausgebildet sind, wobei die Anschlußelektroden 43 mit ihren vorstehenden Enden entlang den beiden Seiten des Rahmens 30 einander gegenüberliegend mit der Durchgangsbohrung 31 dazwischen angeordnet sind.

Wenn die Anschlußelektroden wie oben beschrieben mit dem Kunststoff versiegelt werden, besteht keine Notwendigkeit, die Anschlußelektroden 43 an dem Verdrahtungsmuster 36 der isolierenden Karte 39 mit einem Lot zu befestigen. Demzufolge wird eine große Lötfläche zum Tragen der Anschlußelektroden 43 nicht benötigt, so daß die Fläche der isolierenden Karte 39 klein gemacht werden kann. Weiterhin ist es nicht notwendig, die Anschlußelektroden mit gekrümmten Abschnitten zur Belastungsaufnahme aufgrund thermischer Verformungen der isolierenden Karte 39 auszustatten, so daß eine Halbleitervorrichtung geringer Höhe hergestellt werden kann.

Die Anschlüsse mittels des Verbindungsdrahtes 46 erfolgen sämtlich durch Bondieren. Insbesondere wenn das Halbleiterelement 40 und das innere Ende der Anschlußelektrode 43 miteinander verbunden werden, wird der Anschlußdraht 46 zunächst mit dem inneren Ende der Anschlußelektrode 43 als erster Bondierungspunkt verbunden und dann wird er mit dem Bondierungskissen 41 des Halbleiterelementes 40 ohne Abschneiden des Verbindungsdrahtes 46 verbunden. Der Verbindungsdraht 46 wird dann weitergeführt und mit dem Dummy-Kissen 42 als zweiter Bondierungspunkt verbunden und erst dann wird der Verbindungsdraht 46 hier geschnitten. Die Verbindung wird derart insbesondere dann gemacht, wenn das Halbleiterelement 40 und das innere Ende der Anschlußelektrode 43 miteinander verbunden werden, wobei der Grund hierfür wie folgt ist: wenn das innere Ende der Anschlußelektrode 43 als zweiter Bondierungspunkt verwendet wird, muß der Aluminiumdraht oder Verbindungsdraht 46 nach dem Aufbondieren auf die freie Oberfläche des inneren Endes der Anschlußelektrode 43 geschnitten werden. Der Aluminiumdraht ist jedoch im Gegensatz zu den bei herkömmlichen ICs verwendeten Golddraht nicht durch einfaches ziehen abzureißen, so daß ein Drahtschneider verwendet werden muß.

Da jedoch das innere Ende jeder Anschlußelektrode 43 nahe der Innenwand der Durchgangsbohrung 31 des Rahmens 30 hier zur Hälfte versenkt ist, liegt kein spezieller Freiraum vor, der es möglich macht, daß das Ultraschall-Druckverbindungswerkzeug und der Drahtschneider nahe dieses inneren Endes herangebracht werden können. Um einen derartigen zusätzlichen Raum sicherzustellen, müßte das innere Ende der An-

schlußelektrode 43 ausreichend von der Seitenwand der Durchgangsbohrung 31 des Rahmens 30 entfernt werden, was zu einem Anwachsen der Größe des Rahmens 30 führen würde.

Wenn das Bondierungskissen 41 des Halbleiterelementes 40 als zweiter Bondierungspunkt verwendet wird, liegt Freiraum zum Heranbringen des Ultraschall-Druckverbindungswerkzeuges und des Drahtschneiders vor, aber der Drahtschneider muß auf dem Bondierungskissen 41 des Halbleiterelementes 40 wirksam werden, was mechanische Belastungen auf das Halbleiterelement 40 aufbringt, so daß dessen elektrische Eigenschaften und die Zuverlässigkeit möglicherweise beeinträchtigt werden.

Es ist daher bei der geschilderten bevorzugten Ausgestaltungsform der vorliegenden Erfindung das Dummy-Kissen 42 nahe dem Halbleiterelement 40 vorgesehen und der Verbindungsdraht 46 wird erst dann abgeschnitten, wenn er mit diesem Dummy-Kissen 42 bondiert worden ist. Somit können die inneren Enden der Anschlußelektroden 43 und die Halbleiterelemente 40 ohne Beeinträchtigungen der elektrischen Eigenschaften und der Zuverlässigkeit des Halbleiterelementes miteinander verbunden werden.

Auf den Stufenbereich 33 der Aufbringoberfläche 32 der Halbleitervorrichtung wird Klebstoff mit geringem Überschuß aufgebracht, um die isolierende Karte 39 mit dem Stufenbereich 33 zu verbinden. Der Überschußanteil des Klebstoffes wird durch Aufdrücken des äußeren Umfassungsgehäuses 45 ausgetrieben, wenn das Umfassungsgehäuse 45 auf der isolierenden Karte 39 angeordnet wird, so daß der überschüssige Klebstoff in die Klebstoffaufnahme 55 über die Fließausnehmung 54 strömt. Somit kann verhindert werden, daß der Klebstoff auf die untere Oberfläche des Metallüberzuges 38 der isolierenden Karte 39 während des Zusammenbaus fließt. Wenn nämlich der Klebstoff auf diese untere Oberfläche des Metallüberzuges 38 gerät und hier aushärtet, verbleibt der Klebstoff auf dem Metallüberzug 38. Der thermische Widerstand in diesem Abschnitt wächst hierdurch an. Weiterhin gerät der mittlere Bereich des Metallüberzuges 38 nicht in Kontakt mit dem Kühlkörper, so daß der thermische Widerstand weiterhin anwächst und die Wärmeabstrahlung in der Halbleitervorrichtung gestört wird.

Die Klebstoffaufnahme 55 kann in jeder Stelle der Umfangswand 35 ausgebildet sein.

Fig. 5 zeigt einen Teilschnitt durch die erfindungsgemäße Halbleitervorrichtung.

Gemäß Fig. 5 ist der Verbindungsdraht 46 auf die freie Oberfläche des inneren Endes der Anschlußelektrode 43 aufbondiert und erstreckt sich über die freie Oberfläche in Form einer leichten Bogenkrümmung. Wenn die Höhe des Verbindungsdrahtes 46 als Scheitelpunkt des Bogens definiert wird, so ist der Deckelsitz 50 in einer Höhenlage etwas oberhalb der Scheibenhöhe angeordnet. Die Lagebeziehung zwischen dem Deckelsitz 50 und der freien Oberfläche des inneren Endes der Anschlußelektrode 43 wird so ausgewählt, da, wenn die Scheitelhöhe nicht sichergestellt wird, dann der Verbindungsdraht 46 eingeklemmt werden kann und an einem Bondierungspunkt abbrechen kann, wodurch die Vorrichtung unbrauchbar gemacht werden würde. Wenn die Höhe zu groß wäre, würde die Gesamthöhe der Halbleitervorrichtung anwachsen, so daß eine geringe Bauhöhe nicht erzielt werden kann.

Der Verbindungsdraht 46, der mit der freien Oberfläche des inneren Endes der Anschlußelektrode 43 ver-

bunden ist liegt oberhalb der Oberfläche des Silikonharzes 47, da das Silikonharz 47 nur auf die freie Oberfläche des inneren Endes aufgebracht wird. Wenn der Deckel 48 aufgebracht wird, wird der Klebstoff 51 aufgebracht, um den Verbindungsdraht 46, der oberhalb der Oberfläche des Silikonharzes 47 liegt, vollständig zu bedecken und den Deckel 48 festzulegen. Wenn das Silikonharz 47 so eingebracht werden würde, daß der Verbindungsdraht 46 vollständig bedeckt wäre, würde das Silikonharz beim Verschließen des Deckels 48 austreten, was beim endgültigen Befestigen des Deckels 48 Schwierigkeiten machen würde. Somit ist es notwendig, den Raum zwischen dem Deckel 48 und der Oberfläche des Silikonharzes 47 zu lassen. Wenn der Verbindungsdraht 46 in diesem Raum liegt, könnte das Aluminium des Verbindungsdrahtes 46 durch Luftfeuchtigkeit angegriffen werden und die Zuverlässigkeit beeinträchtigen. Die Korrosion des Verbindungsdrahtes 46 kann dadurch verhindert werden, daß der Verbindungsdraht 46 vollständig oberhalb des Silikonharzes 47 mit dem Klebstoff zum Befestigen des Deckels 48 bedeckt wird.

Fig. 6 ist eine Ansicht von unten auf eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Halbleitervorrichtung.

Gemäß Fig. 6 ist die Klebstoffaufnahme 55 in der Umfangswand 35 des Stufenbereiches 33 gegenüber einer Ecke 66 der isolierenden Karte 39 vorgesehen. Der verbleibende Aufbau entspricht demjenigen der ersten Ausführungsform mit Ausnahme der Anordnung der Klebstoffaufnahme 55 in der in Fig. 6 gezeigten Weise.

Die Anordnung der Klebstoffaufnahme 55 gemäß Fig. 6 kann ein Ausbrechen der Ecke 66 der isolierenden Karte 39 verhindern und zusätzlich wird einem Klebstoffüberschuß das Austreten in diese Klebstoffaufnahme 55 erlaubt. Die Ecke 66 der isolierenden Karte 39 kann bei der Handhabung leicht brechen. Wenn die Ecke 66 bei der Handhabung bricht, wird die Kriechdistanz kürzer und die dielektrische Stärke verringert. Weiterhin wird direkter Kontakt zwischen der Ecke 66 der isolierenden Karte 39, welche leicht bricht und der Umfangswand 35 des Stufenbereiches 33 vermieden, so daß ein Brechen der Ecke 66 der isolierenden Karte 39 verhindert wird, selbst dann, wenn die isolierende Karte 39 und das Umfassungsgehäuse 45 miteinander verbunden werden, so daß die Herstellungsausbeute erhöht wird.

Fig. 7 zeigt eine Ansicht von unten auf eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Halbleitervorrichtung.

Gemäß Fig. 7 tritt die Umfangswand 35 nach und nach zurück, je mehr sie sich der Klebstoffaufnahme 55 nähert, wobei die isolierende Karte 39 in Mittelbereichen der Seiten der Umfangswand 35 positioniert ist, so daß die Breite der Klebstoff-Fließausnehmung 54 erhöht wird, und so das Fließen des Klebstoffes in der Fließausnehmung 54 der Umfangswand 35 erleichtert wird und somit die Aufnahme des Klebstoffes in der Klebstoffaufnahme 55 verbessert wird.

Dadurch, daß die Umfangswand sich allmählich in Richtung der Klebstoffaufnahme 55 zurückzieht, kann jeglicher Klebstoffüberfluß wirksam in diese Klebstoffaufnahmen 55 geleitet werden und er verbleibt hier auch.

Fig. 8 ist eine Draufsicht auf eine vierte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Halbleitervorrichtung, wobei der innere Aufbau der Halbleitervorrichtung mit abgenommenem Deckel dargestellt ist. Fig. 9 ist eine Querschnittsdarstellung entlang der Linie VIII-VIII in Fig. 8 und die Fig. 10 und 11 sind Ansichten von unten

auf die Halbleitervorrichtung von Fig. 8.

In den Fig. 9 und 10 ist mit dem Bezugszeichen 60 eine isolierende Karte A und mit dem Bezugszeichen 61 eine isolierende Karte B bezeichnet. Das Bezugszeichen 62 bezeichnet eine Trennplatte, welche eine Verbindungs- oder Kupplungsvorrichtung zwischen der isolierenden Karte A 60 und der isolierenden Karte B 61 ist. Die Trennplatte 62 hat konvexen Querschnitt und ist zwischen der isolierenden Karte A 60 und der isolierenden Karte B 61 mit dem vorstehenden Bereich zwischen diesen Karten eingesetzt. Die Trennplatte erzeugt eine Versiegelungsfunktion zwischen dem Silikonharz 47 und einem Klebstoff 65, verbindet die isolierenden Karten A 60 und B 61 und verbindet die Karten A 60 und B 61 mit dem Stufenbereich 33. Das Bezugszeichen 63 bezeichnet einen Verbindungsdraht zur Herstellung einer elektrischen Verbindung zwischen den Verdrahtungsmustern auf den isolierenden Karten A 60 und B 61, wobei der Verbindungsdraht 63 über die Trennplatte 62 hinweggeführt ist.

Da bei dieser Halbleitervorrichtung das äußere Umfassungsgehäuse 45 und die Anschlußelektroden 43, welche nach außen führen einstückig ausgeführt sind, gibt es keinen Bondierungsbereich zwischen der isolierenden Karte 39 und den Anschlußelektroden 43, wenn die isolierende Karte 39 als Einzelkarte wie in der ersten Ausführungsform ausgeführt ist und ein Anwachsen von lokalen thermischen Belastungen kann verhindert werden. Es verbleibt jedoch noch die Möglichkeit, daß in den Halbleiterelementen 40 erzeugte Wärme eine thermische Verformung der gesamten isolierenden Karte 39 bewirken kann, was dann wiederum die Keramikplatte 37 beschädigen könnte. Bei der vierten bevorzugten Ausführungsform ist daher die isolierende Karte in zwei Teilbereiche, nämlich die Karte A 60 und die Karte B 61 unterteilt, welche untereinander mittels eines elastischen Klebstoffes unter Verwendung der Trennplatte 62 verbunden sind, so daß die thermischen Ausdehnungen der entsprechenden Karten A 60 und B 61 verlängert werden. Somit werden thermische Verformungen der gesamten isolierenden Karte vermieden. Demzufolge ist auch die Zuverlässigkeit der Halbleitervorrichtung gegenüber thermischen Verformungen verbessert.

Fig. 10 zeigt die Anordnung der Klebstoffaufnahmen 55 in der Umfangswand 35 des Stufenbereiches 33 gegenüber den Ecken 66 der isolierenden Karte 39, wie bereits unter Bezug auf die zweite Ausführungsform beschrieben wurde.

Fig. 11 zeigt den Aufbau mit der unterteilten isolierenden Karte und der Ausnehmung mit sich vergrößernder Breite, wie bereits unter Bezug auf die dritte Ausführungsform beschrieben.

Die Fig. 12 und 13 zeigen Ansichten von unten auf eine fünfte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Halbleitervorrichtung.

Fig. 12 zeigt einen Aufbau, bei dem die isolierende Karte 39 in drei Teile unterteilt ist und die Klebstoffaufnahmen 55 in der Umfangswand 35 des Stufenbereiches 33 gegenüber den Ecken 66 der isolierenden Karte 39 angeordnet sind, wie bereits unter Bezug auf die zweite Ausführungsform beschrieben.

Fig. 13 zeigt einen Aufbau, bei dem die isolierende Karte 39 ebenfalls in drei Teile unterteilt ist und die Breite der Ausnehmung anwachsend gemacht ist, wie bereits unter Bezug auf die dritte Ausführungsform erläutert.

Bei der fünften Ausführungsform ist somit die isolierende Karte 39 in drei Teile unterteilt. Hierbei sind vor-

teilhafter Weise auch drei Arten von Halbleiterelementen auf den jeweiligen isolierenden Platten angeordnet. Die Halbleiterelemente können grob gesagt in Elemente für die Wandlung, Elemente für die Invertierung und Elemente für den Brems- oder Generatorbetrieb unterteilt werden. Die Elemente für den Invertierer erzeugen hierbei die größte Wärmemenge. Demzufolge ist es möglich, eine Keramikplatte mit guter thermischer Leitfähigkeit als isolierende Platte nur für die isolierende Karte zu verwenden, welche die Elemente für den Invertierer trägt und Keramikplatten mit geringerem Preis und etwas schlechterer thermischer Leitfähigkeit können als isolierende Platte für die isolierende Karte mit den anderen Elementen verwendet werden, was die Herstellung einer Halbleitervorrichtung mit verringerten Kosten ermöglicht.

Fig. 14 ist eine Querschnittsdarstellung einer sechsten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Halbleitervorrichtung.

Gemäß Fig. 14 ist ein Epoxyharz 64 anstelle des Silikonharzes 47 vorgesehen, um im ausgehärteten Zustand die Halbleiterelemente 40 und den Verbindungsdraht 46 zu schützen und um die Oberfläche der Halbleitervorrichtung anstelle des Deckels 48 zu versiegeln. Der verbleibende Aufbau entspricht demjenigen der ersten Ausführungsform mit Ausnahme, daß die Oberfläche der Halbleitervorrichtung durch das Epoxyharz 64 versiegelt ist.

Da thermisch aushärtendes Epoxyharz eine bessere Wärmeleitfähigkeit als Silikonharz hat, kann die entstehende Wärme nicht nur auf Seiten der isolierenden Karte abgestrahlt werden, sondern auch zur Seite des Epoxyharzes hin, so daß die Wärmeabstrahlungseigenschaften verbessert sind.

Die Beschreibung der vorliegenden Erfindung erfolgte anhand von exemplarisch zu verstehenden Ausführungsbeispielen und unter Bezugnahme auf eine Leistungs-Halbleitervorrichtung; es versteht sich, daß die vorliegende Erfindung auch bei anderen Halbleitervorrichtungen anwendbar ist. Weiterhin versteht sich, daß die beschriebenen Ausführungsbeispiele als nicht einschränkend zu verstehen sind, sondern daß eine Vielzahl von weiteren Abwandlungen und Modifikationen möglich ist, ohne den Rahmen und Gegenstand der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

#### Patentansprüche

##### 1. Eine Halbleitervorrichtung mit:

(a) einem äußeren Umfassungsgehäuse; wobei das äußere Umfassungsgehäuse aufweist:

(a-1) einen Rahmen mit einer Durchgangsbohrung, welche durch eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche, welche einander gegenüberliegen, verläuft und einen Stufenbereich aufweist, der von der ersten Oberfläche entlang einer Öffnung der Durchgangsbohrung in der ersten Oberfläche zurückspringt, und

(a-2) eine Anschlußelektrode, welche teilweise in dem Rahmen eingebettet ist und deren eines Ende von der zweiten Oberfläche des Rahmens vorsteht und deren anderes Ende eine freiliegende Oberfläche parallel — zu der ersten Oberfläche der Durchgangsbohrung definiert, wobei die erste Oberfläche eine Anbringoberfläche für die Halbleitervorrichtung definiert und wobei die Halbleitervorrichtung

weiterhin aufweist:

(b) eine isolierende Karte, wobei die isolierende Karte aufweist:

(b-1) eine isolierende Platte mit zwei Hauptoberflächen,

(b-2) eine erste leitfähige Folie, welche auf einer der Hauptoberflächen der isolierenden Platte angeordnet ist und ein Verdrahtungsmuster bildet, und

(b-3) eine zweite leitfähige Folie auf der anderen der Hauptoberflächen der isolierenden Platte,

wobei die isolierende Karte an dem Stufenbereich des Rahmens so befestigt ist, daß die Oberfläche der ersten leitfähigen Folie zur Innenseite der Durchgangsbohrung des Rahmens weist und die Oberfläche der zweiten leitfähigen Folie von der ersten Oberfläche des Rahmens aus vorsteht,

wobei die Halbleitervorrichtung weiterhin aufweist:

(c) ein Halbleiterelement, welches auf dem Verdrahtungsmuster angeordnet ist und auf seiner Oberfläche ein Bondierungskissen aufweist; und

(d) einen Verbindungsdraht, der die freiliegende Oberfläche der Anschlußelektrode und das Bondierungskissen des Halbleiterelementes durch eine Bondierung verbindet; wobei die erste leitfähige Folie aufweist:

(b-2-1) einen inselförmigen Bereich, an welchem ein Anschlußende des Verbindungsdrahtes angebondet ist und der keine elektrische Verbindung mit seiner Umgebung hat.

2. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1, wobei die erste leitfähige Folie und die zweite leitfähige Folie im wesentlichen aus Metall bestehen, wobei Kupfer wenigstens eine Hauptkomponente ist.

3. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 2, wobei der Verbindungsdraht im wesentlichen aus Aluminium besteht und einen Durchmesser von ungefähr 0,1 bis 0,5 mm hat.

4. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 3, weiterhin mit (e) einem Versiegelungsmaterial zum Füllen der Innenseite der Durchgangsbohrung, so daß das Halbleiterelement, das Verdrahtungsmuster, die freiliegende Oberfläche und der Verbindungsdraht bedeckt sind.

5. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 4, wobei das Versiegelungsmaterial im wesentlichen aus Epoxyharz besteht.

6. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1, wobei die isolierende Platte aus einer gesinterten Platte aus anorganischen Material besteht.

7. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 6, wobei die isolierende Platte im wesentlichen aus Keramik besteht.

8. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1, wobei die isolierende Karte in eine Mehrzahl von Einzelteilen unterteilt ist, wobei alle Einzelteile einen Teil der isolierenden Platte, einen Teil der ersten leitfähigen Folie und einen Teil der zweiten leitfähigen Folie aufweisen und wobei die Halbleitervorrichtung weiterhin aufweist:

(e) eine Verbindungsvorrichtung zum Verbinden der Mehrzahl von unterteilten Einzelteilen miteinander, um thermische Ausdehnungen eines jeden der Einzelteile zu absorbieren.



chen thermischen Belastungen vorliegt — Formveränderungen der gesamten isolierenden Platte aufgrund von Wärme der Leistungs-Halbleiterelemente, da die isolierende Platte eine zusammengesetzte Platte mit Materialien unterschiedlicher Art ist, so daß Beschädigungen an der Keramikplatte der isolierenden Platte erfolgen können.

Wenn der Aufbau verwendet wird, bei dem die isolierende Platte der Halbleitervorrichtung direkt mit dem Kühlkörper in Verbindung steht, fließt, wenn die Klebstoffmenge zum Befestigen der isolierenden Platte an dem Rahmen nur etwas zuviel ist, dieser Klebstoff auf die Oberfläche der isolierenden Platte auf der Seite, welche in Kontakt mit dem Kühlkörper ist. Wenn der Klebstoff aushärtet, kann ein Kontakt mit der isolierenden Platte und dem Kühlkörper nicht sichergestellt werden, wenn die Halbleitervorrichtung an dem Kühlkörper angebracht wird und die Kühlleistung nimmt ab oder aber der ausgehärtete Klebstoff kann beim Befestigen einen lokalen Druck auf die isolierende Platte ausüben, so daß die Keramikschicht der isolierenden Platte beschädigt werden kann.

Wenn das Gehäuse und die nach außen führenden Anschlußelektroden einstückig aufgebaut sind, wird der Silikonkunststoff verwendet, die Halbleiterelemente und die Verbindungsdrähte zu schützen, der Epoxystoff wird jedoch nicht verwendet, da keine Notwendigkeit besteht, die Anschlußelektroden zusätzlich zu befestigen. Anstelle hiervon wird ein Deckel oder eine Abdeckung oberhalb der Anschlüsse der nach außen führenden Anschlußelektroden auf der Innenseite des Gehäuses verwendet. Wenn der Silikonkunststoff bis zur Höhenlage des Deckels eingespritzt wird, kann ein Klebemittel zum Befestigen des Deckels nicht aufgebracht werden, so daß aus diesem Grund ein Freiraum unterhalb des Deckels verbleiben muß. Von daher wird die obere Oberfläche des Silikonkunststoffes so tief als möglich gelegt, da es wünschenswert ist, die Höhe der gesamten Halbleitervorrichtung so gering wie möglich zu machen. Dann besteht jedoch Gefahr, daß der Aluminiumdraht an den Anschlüssen der Anschlußelektroden im Inneren des Gehäuses in diesem Freiraum ungeschützt vorliegt, so daß er oxidieren kann.

Wie aus der obigen Darlegung hervorgeht, haben herkömmliche Halbleitervorrichtungen Probleme hinsichtlich der Zuverlässigkeit bei der Herstellung, insbesondere dann, wenn sie aus einem einstückig aufgebauten Gehäuse zusammen mit nach außen führenden Anschlußelektroden mit geringer Größe hergestellt werden sollen.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Halbleitervorrichtung mit geringem Abmessungen und hoher Zuverlässigkeit zu schaffen, so wie ein Verfahren zur Herstellung einer derartigen klein bauenden und sehr zuverlässigen Halbleitervorrichtung.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch die in den Ansprüchen 1 bzw. 17 angegebenen Merkmale, wobei die jeweiligen Unteransprüche vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung zum Inhalt haben.

Erfindungsgemäß ist somit gemäß eines Aspektes der vorliegenden Erfindung eine Halbleitervorrichtung vorgesehen mit: (a) einem äußeren Umfassungsgehäuse; wobei das äußere Umfassungsgehäuse aufweist: (a-1) einen Rahmen mit einer Durchgangsbohrung, welche durch eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche, welche einander gegenüberliegen verläuft und einen

Stufenbereich aufweist, der von der ersten Oberfläche entlang einer Öffnung der Durchgangsbohrung in der ersten Oberfläche zurückspringt, und (a-2) eine Anschlußelektrode, welche teilweise in dem Rahmen eingebettet ist und deren eines Ende von der zweiten Oberfläche des Rahmens vorsteht und deren anderes Ende eine freiliegende Oberfläche parallel zu der ersten Oberfläche der Durchgangsbohrung definiert, wobei die erste Oberfläche eine Anbringoberfläche für die Halbleitervorrichtung definiert und wobei die Halbleitervorrichtung weiterhin aufweist: (b) eine isolierende Karte, wobei die isolierende Karte aufweist: (b-1) eine isolierende Platte mit zwei Hauptoberflächen, (b-2) eine erste leitfähige Folie, welche auf einer der Hauptoberflächen der isolierenden Platte angeordnet ist und ein Verdrahtungsmuster bildet, und (b-3) eine zweite leitfähige Folie auf der anderen der Hauptoberflächen der isolierenden Platte, wobei die isolierende Karte an dem Stufenbereich des Rahmens so befestigt ist, daß die Oberfläche der ersten leitfähigen Folie zur Innenseite der Durchgangsbohrung des Rahmens weist und die Oberfläche der zweiten leitfähigen Folie von der ersten Oberfläche des Rahmens aus vorsteht, wobei die Halbleitervorrichtung weiterhin aufweist: (c) ein Halbleiterelement, welches auf dem Verdrahtungsmuster angeordnet ist und auf seiner Oberfläche ein Bondierungskissen aufweist; und (d) einen Verbindungsdraht, der die freiliegende Oberfläche der Anschlußelektrode und das Bondierungskissen des Halbleiterelementes durch eine Bondierung verbindet; wobei die erste leitfähige Folie aufweist: (b-2-1) einen inselförmigen Bereich, an welchem ein Anschlußende des Verbindungsdrahtes angebondet ist und der keine elektrische Verbindung mit seiner Umgebung hat.

Gemäß dieses Aspektes der vorliegenden Erfindung ist somit der inselförmige Bereich des Verdrahtungsmusters vorgesehen, an welchem ein Anschlußende des einen Verbindungsdrahtes zum Verbinden der freiliegenden Oberfläche der Anschlußelektrode mit dem Bondierungskissen des Halbleiterelementes angebondet ist und von dem eine elektrische Verbindung zu anderen Bereichen nicht vorliegt und der Draht kann an dem Bondierungspunkt in diesem inselförmigen Bereich abgeschnitten werden. Im Ergebnis werden die freiliegende Oberfläche der Anschlußelektrode und das Bondierungskissen des Halbleiterelementes nicht mehr als zweiter Bondierungspunkt verwendet, so daß die Halbleitervorrichtung ohne Verschlechterungen der elektrischen Eigenschaften und der Zuverlässigkeit des Halbleiterelementes verkleinert werden kann.

Bevorzugt bestehen die erste leitfähige Folie und die zweite leitfähige Folie im wesentlichen aus Metall, wobei Kupfer wenigstens eine Hauptkomponente ist.

Bevorzugt besteht der Verbindungsdraht im wesentlichen aus Aluminium und hat einen Durchmesser von ungefähr 0,1 bis 0,5 mm hat.

Weiterhin ist bevorzugt ein Versiegelungsmaterial zum Füllen der Innenseite der Durchgangsbohrung vorgesehen, so daß das Halbleiterelement, das Verdrahtungsmuster, die freiliegende Oberfläche und der Verbindungsdraht bedeckt sind. Hierbei ist das Versiegelungsmaterial im wesentlichen Epoxiharz.

Die isolierende Platte besteht bevorzugt aus einer gesinterten Platte aus anorganischen Material.

Somit ist bei dieser Ausgestaltungsform der vorliegenden Erfindung die Möglichkeit gegeben, von dem Halbleiterelement erzeugte Wärme wirksam abzustrahlen, da die isolierende Platte der isolierenden Karte eine

anorganische gesinterte Platte ist. Im Ergebnis wird die Wärmeabstrahlungsfläche der isolierenden Platte kleiner und die Halbleitervorrichtung kann ebenfalls verkleinert werden.

Bevorzugt besteht die isolierende Platte im wesentlichen aus Keramik.

Die isolierende Karte ist weiterhin bevorzugt in eine Mehrzahl von Einzelteilen unterteilt, wobei alle Einzelteile einen Teil der isolierenden Platte, einen Teil der ersten leitfähigen Folie und einen Teil der zweiten leitfähigen Folie aufweisen und wobei die Halbleitervorrichtung weiterhin aufweist: (e) eine Verbindungsvorrichtung zum Verbinden der Mehrzahl von unterteilten Einzelteilen miteinander, um thermische Ausdehnungen eines jeden der Einzelteile zu absorbieren.

Da bei dieser Ausgestaltungsform der vorliegenden Erfindung die isolierende Karte in eine Mehrzahl von einzelnen Teilen unterteilt ist und die voneinander getrennten Teile jeweils mit der Verbindungsvorrichtung gekoppelt sind, um eine thermische Ausdehnung eines jeden der einzelnen Teile zu absorbieren, kann die thermische Ausdehnung der isolierenden Karte verringert werden, so daß ihre Verformung verhindert wird und somit die Zuverlässigkeit der Halbleitervorrichtung verbessert ist.

Wenn der Verbindungsdraht als erster Verbindungsdraht genommen wird, weist die Halbleitervorrichtung bevorzugt weiterhin einen zweiten Verbindungsdraht auf, wobei der zweite Verbindungsdraht die Verdrahungsmuster der Einzelteile untereinander elektrisch verbindet.

Die Verbindungseinrichtung weist bevorzugt auf: (e-1) eine Versiegelungsvorrichtung aus flüssigem Material, wobei die Halbleitervorrichtung weiterhin aufweist: (f) ein Versiegelungsmaterial zum Versiegeln der Innenseite der Durchgangsbohrung.

Da bei dieser Ausgestaltungsform der vorliegenden Erfindung die Abdichtvorrichtung oder das Versiegelungsmaterial aus einem flüssigen Material an der Verbindungsvorrichtung vorgesehen ist und die Halbleitervorrichtung ebenfalls ein Abdichtmaterial zum Versiegeln oder Abdichten der Innenseite der Seitenwand beinhaltet, können die Halbleiterelemente und der Verbindungsdraht sicher über eine lange Zeitdauer hinweg geschützt werden, so daß die Zuverlässigkeit der Halbleitervorrichtung verbessert werden kann.

Das Versiegelungsmaterial besteht bevorzugt im wesentlichen aus Silikonharz.

Bevorzugt definiert der Rahmen eine Umfangswand, welche den Stufenbereich umgibt, wobei die Umfangswand zurückspringend ist, so daß eine seitliche Oberfläche der isolierenden Karte, welche an dem Stufenbereich befestigt ist und die Umfangswand einen Ausnehmungsbereich bilden und wobei der Rahmen einen Kerbenbereich bildet, der mit dem Ausnehmungsbereich in Verbindung steht und sich zu der ersten Oberfläche über einen Teil der Umfangswand hinweg erstreckt.

Bei dieser Ausgestaltungsform der vorliegenden Erfindung ist der Ausnehmungsbereich an der Umfangswand und der seitlichen Oberfläche der isolierenden Karte vorgesehen und der Kerbenbereich ist in einem Teil der Umfangswand vorgesehen, welche mit diesem Ausnehmungsbereich in Verbindung steht und verläuft zum Boden (der ersten Oberfläche) des Rahmens, so daß überschüssiges Klebemittel zum Kleben der isolierenden Platte in diesem Kerbenbereich austreten kann, so daß verhindert wird, daß dieser Kleber zu der Oberfläche der isolierenden Karte hin fließt. Somit kann das

Klebemittel nicht zu der Oberfläche der zweiten leitfähigen Folie hin fließen, so daß die Vorrichtung gute Wärmeabstrahleigenschaften und verbesserte Zuverlässigkeiten hat.

Bei der erfindungsgemäßen Halbleitervorrichtung hat die isolierende Karte bevorzugt einen Eckbereich und der Kerbenbereich ist in einem Teil der Umfangswand gegenüber dem Eckbereich angeordnet.

Somit ist bei dieser Ausgestaltungsform der vorliegenden Erfindung der Kerbenbereich in einem Teil der Umfangswand ausgebildet, welche zu einem Eckbereich der isolierenden Karte weist. Beschädigungen des Eckbereiches der isolierenden Karte können beim Bondieren der isolierenden Karte somit vermieden werden. Da weiterhin Beschädigungen an den Ecken der isolierenden Karte in der zusammengebauten Halbleitervorrichtung vermieden werden, kann die Ausbeute bei der Herstellung erhöht werden.

Bevorzugt springt bei der Halbleitervorrichtung nach der vorliegenden Erfindung die Umfangswand von der seitlichen Oberfläche der isolierenden Karte bei Annäherung an den Kerbenbereich nach und nach zurück, so daß die Ausnehmungsbreite des Ausnehmungsbereiches mit Annäherung an den Kerbenbereich anwächst.

Da bei dieser Ausgestaltungsform der vorliegenden Erfindung sich die Umfangswand nach und nach von der seitlichen Oberfläche der isolierenden Karte zurückzieht oder hiervon zurückspringt, wenn die Umfangswand sich dem Kerbenbereich nähert, so daß die Breite der Ausnehmung bei der Annäherung an den Kerbenbereich sich vergrößert, kann der Klebstoff wirksam zu dem Kerbenbereich geführt werden, während die isolierende Karte positioniert wird. Somit kann der Klebstoff nicht auf die Oberfläche der zweiten leitfähigen Folie während des Zusammenbaus geraten, so daß die Vorrichtung eine gute Wärmeabstrahleigenschaft und hohe Zuverlässigkeit hat.

Der Rahmen hat bevorzugt eine zurückspringende Oberfläche, welche von der zweiten Oberfläche entlang einer Öffnung der Durchgangsbohrung in die zweite Oberfläche zurückspringt, wobei, wenn der Stufenbereich als erster Stufenbereich genommen wird, die zurückspringende Oberfläche einen zweiten Stufenbereich definiert, der näher an der zweiten Oberfläche ist als die freiliegende Oberfläche, wobei die Anschlußelektrode so angeordnet ist, daß die freie Oberfläche der Anschlußelektrode näher an der zweiten Oberfläche als das Bondierungskissen des Halbleiterelementes ist und wobei die Halbleitervorrichtung aufweist: (e) ein Versiegelungsmaterial zum Versiegeln des Innenbereichs der Durchgangsbohrung der isolierenden Karte gegenüber der freiliegenden Oberfläche, (f) einen Deckel, der auf den zweiten Stufenbereich aufgebracht ist und die Öffnung der Durchgangsbohrung in der zweiten Oberfläche verschließt, und (g) einen Klebstoff, der den Deckel festlegt und einen freiliegenden Teil des Verbindungsdrahtes auf der Oberfläche des Versiegelungsmaterials bedeckt.

Bei der Halbleitervorrichtung gemäß dieser Ausgestaltungsform der vorliegenden Erfindung ist der zweite abgestufte Bereich mit einer zurückspringenden Oberfläche von der zweiten Oberfläche aus gesehen am Umfang der Öffnung der zweiten Oberfläche vorgesehen, wobei die zurückspringende Oberfläche näher an der zweiten Oberfläche als an der freiliegenden Oberfläche ist. Die freiliegende Oberfläche von einem Ende der Verbindungselektrode ist näher an der zweiten Oberfläche angeordnet als das Bondierungskissen des Halblei-



terelementes. Weiterhin ist die Innenseite der Durchgangsbohrung mit einem Versiegelungsmaterial in Richtung der freiliegenden Oberfläche hin versiegelt und der Klebstoff ist vorgesehen, um den Deckel festzulegen, der in dem zweiten abgestuften Bereich vorhanden ist und einstückig den Verbindungsdraht abdeckt, der auf der Oberfläche des Versiegelungsmaterials freiliegt. Somit liegt der Verbindungsdraht nicht an der freien Luft und eine Korrosion oder Oxydation des Verbindungsdrahtes kann verhindert werden, so daß die Zuverlässigkeit der Halbleitervorrichtung verbessert ist.

Der Klebstoff ist bevorzugt ein thermisch aushärtendes Klebmittel.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung einer Halbleitervorrichtung, umfaßt die folgenden Schritte: (a) Bereitstellen eines äußeren Umfassungsgehäuses mit einer Durchgangsbohrung, welche durch eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche verläuft, die einander gegenüber liegen, wobei ein Stufenbereich von der ersten Oberfläche entlang einer Öffnung der Durchgangsbohrung in die erste Oberfläche zurückspringt und eine Anschlußelektrode teilweise in dem Rahmen eingebettet ist, wobei ihr eines Ende von der zweiten Oberfläche des Rahmens vorsteht und ihr anderes Ende eine freiliegende Oberfläche parallel zu der ersten Oberfläche in der Durchgangsbohrung bildet; (b) Bereitstellen einer isolierenden Karte mit einer isolierenden Platte mit zwei Hauptoberflächen, wobei eine erste leitfähige Folie auf einer der Hauptoberflächen der isolierenden Platte aufgebracht wird und eine zweite leitfähige Folie auf die andere der Hauptoberflächen der isolierenden Platte aufgebracht wird; (c) Bereitstellen eines Halbleiterelementes mit einem Bondierungskissen auf seiner Oberfläche; (d) Bereitstellen von drahtförmiger Verbindungsverdrahtung; und (e) Ausbilden eines Verdrahtungsmusters durch selektives Entfernen der ersten leitfähigen Folie, wobei der Schritt (e) den folgenden Unterschritt aufweist: (e-1) Ausbilden eines inselförmigen Bereiches, als Teil des Verdrahtungsmusters, der keine elektrische Verbindung mit seiner Umgebung hat, wobei das Herstellungsverfahren weiterhin die folgenden Schritte aufweist: (f) Aufbringen von Lot auf das Verdrahtungsmuster; (g) Anordnen des Halbleiterelementes auf dem Lot; (h) Aufbringen eines Klebstoffes auf den Stufenbereich; und (i) Anordnen des Rahmens an der isolierenden Karte, so daß die Oberfläche des Verdrahtungsmusters der Innenseite der Durchgangsbohrung des Rahmens gegenüber liegt und ein Umfangsbereich der isolierenden Karte in Anlage mit dem Stufenbereich mit dem aufgetragenen Klebstoff gelangt; wobei der Schritt (i) den folgenden Unterschritt aufweist: (i-1) Drücken des Rahmens gegen die isolierende Karte mit einem geeigneten Druckwert und wobei das Herstellungsverfahren die weiteren folgenden Schritte aufweist: (j) Erwärmen des Lotes und des Klebstoffes, um das Halbleiterelement an dem Verdrahtungsmuster und um die isolierende Karte an dem Rahmen zu befestigen, wobei dieses Erwärmen nach den Schritten (g) und (i) erfolgt; (k) Bondieren eines Endes des Verbindungsdrahtes auf die freiliegende Oberfläche der Anschlußelektrode nach dem Schritt (j); (l) Bondieren eines ersten Punktes des Verbindungsdrahtes auf das Bondierungskissen des Halbleiterelementes, welches an dem Verdrahtungsmuster befestigt ist, wobei das Bondieren nach dem Schritt (k) erfolgt; (m) Bondieren eines zweiten Punktes des Verbindungsdrahtes entfernt von dem ersten Punkt auf den inselförmigen Be-

reich, wobei dieses Bondieren nach dem Schritt (l) erfolgt; und (n) Schneiden des Verbindungsdrahtes im Nahbereich des zweiten Punktes gegenüber dem ersten Punkt, wobei das Schneiden nach dem Schritt (m) erfolgt.

Das erfindungsgemäße Verfahren umfaßt weiterhin bevorzugt die folgenden Schritte: (o) Bereitstellen eines Versiegelungsmaterials, welches für Versiegelungszwecke geeignet ist; und (p) Versiegeln der Innenseite der Durchgangsbohrung mit dem Versiegelungsmaterial, so daß das Halbleiterelement, das Verdrahtungsmuster, die freiliegende Oberfläche und der Verbindungsdraht bedeckt sind, wobei dieses Versiegeln nach dem Schritt (n) erfolgt.

Die in dem Schritt (b) bereitgestellte isolierende Karte kann bevorzugt in eine Mehrzahl von Einzelteilen unterteilt werden, wobei alle Einzelteile einen Teil der isolierenden Platte, einen Teil der ersten leitfähigen Folie und einen Teil der zweiten leitfähigen Folie beinhalten, wobei das Herstellungsverfahren weiterhin den folgenden Schritt aufweist: (o) Bereitstellen eines Verbindungsteiles, welches in der Lage ist, die Mehrzahl von Einzelteilen miteinander zu verbinden, um thermische Ausdehnung eines jeden der Einzelteile zu absorbieren und wobei der Schritt (i) den folgenden Unterschritt aufweist: (i-2) Anordnen des Verbindungsteiles zwischen die Mehrzahl von Einzelteilen und Verbinden der Einzelteile über das Verbindungsteil.

Bei dem bevorzugten Herstellungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung wird somit die isolierende Karte in eine Mehrzahl von voneinander getrennten Teilen unterteilt und die voneinander getrennten Teile sind jeweils untereinander mit der Verbindungseinrichtung oder dem Verbindungsteil gekoppelt, so daß eine thermische Ausdehnung eines jeden der einzelnen Teil absorbiert wird. Somit kann die thermische Ausdehnung der gesamten isolierenden Karte verringert werden, um irgendwelche Formveränderungen zu verhindern, so daß die Zuverlässigkeit der Halbleitervorrichtung verbessert ist.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung umfaßt das Verfahren weiterhin: (p) Bereitstellen eines zweiten Verbindungsdrahtes, wenn der Verbindungsdraht als erster Verbindungsdraht definiert ist; und (g) Herstellen einer Verbindung zwischen den Verdrahtungsmustern benachbarter Einzelteile mit dem zweiten Verbindungsdraht, wobei diese Verbindungsherstellung nach dem Schritt (j) erfolgt.

Der oben genannte Schritt (i-2) kann bevorzugt den folgenden Unterschritt aufweisen: (i-2-1) Festlegen der Mehrzahl von Einzelteilen und des Verbindungsteiles unter Verwendung eines Klebstoffes, wobei das Herstellungsverfahren weiterhin aufweist: (p) Bereitstellen eines Versiegelungsmaterials, welches für Versiegelungszwecke geeignet ist; und (o) Versiegeln der Innenseite der Durchgangsbohrung mit dem Versiegelungsmaterial, wobei das Versiegeln nach dem Schritt (n) erfolgt.

Bei dieser vorteilhaften Ausgestaltungsform der vorliegenden Erfindung können die Halbleiterelemente und der Verbindungsdraht stabil und zuverlässig über eine lange Zeitdauer hin geschützt werden und die Zuverlässigkeit der Halbleitervorrichtung wird verbessert, da die Verbindungseinrichtung und die Einzelteile mit dem Klebstoff miteinander verbunden sind und die Innenseite der Seitenwand mit dem Versiegelungsmaterial abgedichtet ist.

Der in dem Schritt (a) bereitgestellte Rahmen kann

bevorzugt in dem äußeren Umfassungsgehäuse eine Umfangswand definieren, wobei die Umfangswand zurückspringend ausgebildet wird, so daß die Umfangswand und eine seitliche Oberfläche der isolierenden Karte an dem Stufenbereich einen Ausnehmungsbe-  
 5 reich bilden und wobei in dem Rahmen ein Kerbenbereich ausgebildet wird, der mit dem Ausnehmungsbe-  
 reich in Verbindung steht und sich durch die erste Oberfläche in einem Teil der Umfangswand erstreckt.

Bei dieser vorteilhaften Ausgestaltungsform des Her-  
 10 stellungsverfahrens der vorliegenden Erfindung ist die Ausnehmung an der Umfangswand und der seitlichen Oberfläche der isolierenden Karte ausgebildet, wenn der Rahmen an der isolierenden Karte angebracht wird, so daß er in Eingriff mit dem abgestuften Bereich ge-  
 15 langt. Weiterhin ist der Kerbenbereich in einem Teil der Umfangswand vorgesehen, der mit diesem Ausnehmungsbe-  
 reich in Verbindung steht und sich zur Unterseite des Rahmens (der ersten Oberfläche) erstreckt, so daß überschüssiger Klebstoff zum Befestigen der isolie-  
 20 renden Karte in diesen Kerbenbereich fließt, wenn der Rahmen unter Druck gegen die isolierende Karte ge-  
 setzt wird, so daß verhindert werden kann, daß der Klebstoff über die Oberfläche der isolierenden Karte hinaus läuft. Da somit kein Klebstoff auf die zweite  
 25 leitfähige Folie gelangen kann, hat die Vorrichtung gute Wärmeabstrahlungseigenschaften und hohe Zuverlässigkeit.

Schließlich kann der im obigen Schritt (a) bereitge-  
 stellte Rahmen des Umfassungsgehäuses mit einer zurückspringenden Oberfläche ausgestattet werden, wel-  
 30 che von der zweiten Oberfläche entlang einer Öffnung der Durchgangsbohrung in der zweiten Oberfläche zu-  
 rückspringt, wobei, wenn der Stufenbereich als erster Stufenbereich definiert ist, die zurückspringende Ober-  
 35 fläche als zweiter Stufenbereich näher an der zweiten Oberfläche als die freiliegende Oberfläche definiert wird, wobei die Anschlußelektrode in dem Rahmen so  
 angeordnet wird, daß die freiliegende Oberfläche der Anschlußelektrode näher an der zweiten Oberfläche als  
 40 das Bondierungskissen des Halbleiterelementes ist, wenn die isolierende Karte mit dem Umfassungsgehä-  
 use verbunden wird und wobei das Herstellungsverfahren die weiteren folgenden Schritte aufweist: (q) Bereit-  
 stellen eines Deckels, der mit dem zweiten Stufenbe-  
 45 reich in Eingriff bringbar ist, um die Öffnung der Durchgangsbohrung in der zweiten Oberfläche zu verschlie-  
 ßen; (r) Bereitstellen eines Versiegelungsmaterials, wel-  
 ches für Versiegelungszwecke geeignet ist; (s) Versie-  
 geln des inneren Bereiches der Durchgangsbohrung der  
 50 isolierenden Karte in Richtung der freiliegenden Ober-  
 fläche mit dem Versiegelungsmaterial, wobei das Ver-  
 siegeln nach dem Schritt (n) erfolgt; (t) wenn der Kleber  
 als erster Kleber definiert ist, Aufbringen eines zweiten  
 55 Klebers auf den zweiten Stufenbereich und das Versie-  
 gelungsmaterial, um einen Teil des Verdrahtungsmateri-  
 als oberhalb der Oberfläche des Versiegelungsmaterials  
 zu bedecken; (u) Aufsetzen des Deckels auf den zweiten  
 60 Stufenbereich, um die Öffnung der Durchgangsbohrung  
 in der zweiten Oberfläche zu bedecken; und (v) Aushär-  
 ten des zweiten Klebstoffes.

Demzufolge wird bei dieser Ausgestaltung des Her-  
 stellungsverfahrens der innere Bereich der Durchgangs-  
 65 bohrung der isolierenden Karte mit dem Versiegelungs-  
 material ausgefüllt und der zweite Klebstoff wird aufge-  
 bracht, um einen Teil des Verbindungsmaterials zu be-  
 decken, welches auf der Oberfläche des Abdichtmate-  
 riales freiliegt, wonach dann der Deckel mit dem zwei-  
 ten Klebstoff festgelegt wird, wobei der Deckel in Ein-

griff mit dem zweiten abgestuften Bereich ist. Somit  
 liegt der Verbindungsdraht nicht an der Luft und eine  
 Korrosion oder Oxidation des Verbindungsdrahtes  
 kann verhindert werden, so daß die Zuverlässigkeit der  
 5 Halbleitervorrichtung verbessert ist.

Weitere Einzelheiten, Aspekte und Vorteile der vor-  
 liegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgen-  
 den Beschreibung von Ausführungsformen anhand der  
 Zeichnung.

Es zeigt:

Fig. 1 eine Draufsicht auf eine Halbleitervorrichtung  
 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfin-  
 dung;

Fig. 2 einen Querschnitt durch die Halbleitervorrich-  
 15 tung gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3 eine Seitenansicht auf die Halbleitervorrich-  
 tung gemäß der bevorzugten Ausführungsform der vor-  
 liegenden Erfindung;

Fig. 4 eine Ansicht von unten auf die bevorzugte Aus-  
 20 führungsform der erfindungsgemäßen Halbleitervor-  
 richtung;

Fig. 5 eine vergrößerte Teilschnittdarstellung der er-  
 findungsgemäßen bevorzugten Halbleitervorrichtung;

Fig. 6 eine Ansicht von unten auf eine Halbleitervor-  
 25 richtung einer zweiten bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 7 eine Ansicht von unten auf eine Halbleitervor-  
 richtung gemäß einer dritten Ausführungsform der vor-  
 liegenden Erfindung;

Fig. 8 eine Draufsicht auf eine Halbleitervorrichtung  
 einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vor-  
 30 liegenden Erfindung;

Fig. 9 eine Querschnittsdarstellung der Halbleiter-  
 vorrichtung aus Fig. 8;

Fig. 10 eine Ansicht von unten auf die Halbleitervor-  
 35 richtung von Fig. 8;

Fig. 11 eine weitere Ansicht von unten auf die bevor-  
 zugte Ausgestaltungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 12 eine Ansicht von unten auf eine weitere Aus-  
 führungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 13 eine weitere Ansicht von unten auf die Aus-  
 40 führungsform von Fig. 12;

Fig. 14 eine Querschnittsdarstellung durch eine wei-  
 tere Ausgestaltungsform der vorliegenden Erfindung;  
 und

Fig. 15 und 16 eine Schnittdarstellung bzw. eine  
 45 Draufsicht auf die bekannte Halbleitervorrichtung ge-  
 gemäß obiger Beschreibung.

Fig. 1 ist eine Draufsicht auf eine Halbleitervorrich-  
 tung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorlie-  
 50 genden Erfindung. Fig. 1 zeigt als Beispiel eine Lei-  
 stungs-Halbleitervorrichtung (Power-Semiconductor)  
 mit abgenommener Abdeckung, um die innere Anord-  
 nung in der Halbleitervorrichtung darstellen zu können.  
 Fig. 2 ist eine Querschnittsdarstellung der Halbleiter-  
 55 vorrichtung aus Fig. 1 entlang der dortigen Linie II-II.  
 Fig. 3 ist eine Seitenansicht der Halbleitervorrichtung  
 von Fig. 1 und Fig. 4 ist eine Ansicht von unten auf die  
 Halbleitervorrichtung von Fig. 1.

In den Fig. 1 bis 4 ist mit dem Bezugszeichen 30 ein  
 60 Träger oder Rahmen bezeichnet. Der Rahmen 30 wird  
 durch Spritzguß aus einem Thermoplasten gefertigt.  
 Das Bezugszeichen 31 bezeichnet eine Durchgangsboh-  
 rung, das Bezugszeichen 32 bezeichnet eine Befesti-  
 gungs- oder Anbringoberfläche als erste Oberfläche  
 65 und das Bezugszeichen 33 bezeichnet einen Stufenbe-  
 reich mit einem Boden 34, der von der Anbringoberflä-  
 che 32 zurückspringt und mit einer Umfangswand 35.  
 Das Bezugszeichen 36 bezeichnet ein Verdrahtungsmu-

ster in Form einer ersten leitfähigen Folie und das Bezugszeichen 37 bezeichnet eine isolierende Platte, welche aus einem anorganischen Material gesintert ist. Die Platte 37 aus anorganischem gesinterten Material besteht im dargestellten Ausführungsbeispiel aus einer Keramik. Das Bezugszeichen 38 bezeichnet einen Metallüberzug als zweite leitfähige Folie, wobei sowohl das Verdrahtungsmuster 36 als auch der Metallüberzug 38 aus einem Kupfermaterial bestehen. Das Verdrahtungsmuster 36, die Keramikplatte 37 und der Metallüberzug 38 bilden eine isolierende Karte 39, welche mit dem Boden 34 des Stufenbereiches 33 verbunden ist, wobei das Verdrahtungsmuster 36 in Richtung der Durchgangsbohrung 31 weist.

Da das Leistungs-Halbleiterelement im Betrieb eine hohe Temperatur erreicht, wird als Klebstoff ein elastisches, technisch aushärtendes Silikonklebemittel verwendet. Für gewöhnlich wird die isolierende Karte 39 dadurch hergestellt, daß der Metallüberzug 38 mit einer Dicke von ungefähr 0,1 bis 0,4 mm auf beide Oberflächen einer Keramikplatte mit einer Dicke von ungefähr 0,5 bis 1 mm aufgebracht wird, wobei wenigstens einer der Metallüberzüge als Verdrahtungsmuster 36 verwendet wird.

Halbleiterelemente 40 sind auf die Oberfläche des Verdrahtungsmusters 36 aufgelötet. Auf der Oberfläche des Halbleiterelementes 40 ist ein Bondierungskissen 41 vorgesehen. Diese Halbleitervorrichtung ist mit sechs Dioden für den Wandler, sechs Transistoren für den Inverter, sechs Freilaufdioden für den Inverter, einen Transistor für den Brems- oder Generatorbetrieb und eine Freilaufdiode für den Brems- oder Generatorbetrieb versehen. Ein sogenanntes Dummy-Kissen 42 in Form eines inselförmigen Bereiches in dem Verdrahtungsmuster 36 steht nicht elektrisch mit anderen Teilen in Verbindung.

Eine Anschlußelektrode 43 für den nach außen gehenden Anschluß ist L-förmig und an dem Rahmen 30 angegossen. Die Hinterseite des inneren Endes oder ein Ende dieser Anschlußelektrode 43 sitzt auf dem Rahmen 30 auf. Die obere Oberfläche dieses inneren Endes liegt frei in Richtung eines Innenraumes 44 des Rahmens 30 vor, wobei die freiliegende Oberfläche, auf welcher der Verbindungsdraht aufgebondet ist, parallel zur Oberfläche des Verdrahtungsmusters 36 der isolierenden Karte 39 und ebenfalls parallel zu der Aufbringoberfläche 32 liegt. Das andere Ende der Anschlußelektrode oder ihr äußeres Ende hiervon steht als vorstehendes Ende von einer oberen Oberfläche 49 des Rahmens 30 vor, welche die zweite Oberfläche des Rahmens 30 ist. Die Anschlußelektroden 43 und der Rahmen 30 bilden ein äußeres Umfassungsgehäuse 45.

Da die Stromkapazität dieses Leistungs-Halbleiterelementes hoch ist, wird ein Aluminiumdraht mit einem Durchmesser von ungefähr 0,1 bis 0,5 mm als Verbindungsdraht 46 verwendet. Ein gelartiges Silikonharz 47 wird auf die freiliegenden Oberflächen der inneren Enden der Anschlußelektroden 43 aufgebracht, um die Halbleiterelemente 40 und die Anschlußelektroden 43 zu schützen. Ein Deckel 48 ist mit einem Deckelsitz 50 verbunden, der eine zweite Stufe ist, welche von der oberen Oberfläche 49 des Rahmens 30 zurückspringt. Die Befestigung des Deckels 48 erfolgt mit einem elastischen, thermisch aushärtenden Klebstoff. Dieser Klebstoff 51 verbindet den Deckel 48 mit dem Deckelsitz 50 und versiegelt den Verbindungsdraht 46, der von der Oberfläche des Silikonharzes 47 vorsteht.

Mit dem Bezugszeichen 52 ist eine Befestigungsbohrung

der Halbleitervorrichtung bezeichnet und mit Bezugszeichen 53 eine Ausrichtbohrung. Das Bezugszeichen 54 bezeichnet eine Fliebausnehmung für den Klebstoff, welche in der Umfangswand 35 des Stufenbereiches 33 der Aufbringoberfläche 32 der Halbleitervorrichtung und in der seitlichen Oberfläche der isolierenden Karte 39 eingebracht ist, welche in dem Stufenbereich 33 befestigt ist. Eine Klebstoffaufnahme 55 in Kerbenform ist wie ein kreisförmiger Bogen der gleichen Tiefe wie der Stufenbereich 33 ausgebildet und steht mit der Fliebausnehmung 34 in Verbindung.

Die Halbleitervorrichtung gemäß obiger Beschreibung wird im wesentlichen wie folgt hergestellt.

Zunächst werden gleichzeitig mit der Herstellung des Rahmens 30 durch einen Spritzgußvorgang die Anschlußelektroden 43 eingesetzt und bearbeitet, so daß das äußere Umfassungsgehäuse 45 vorbereitet ist. Weiterhin wird die isolierende Karte 39 durch Ausbilden eines bestimmten Verdrahtungsmusters 36 in einer der Metallüberzüge der isolierenden Karte vorbereitet. Wenn dieses Muster ausgebildet wird, wird der inselförmige Bereich, der als Dummy-Kissen 42 verwendet wird, im Nahbereich des Musters des Halbleiterelementes ausgebildet.

Nachfolgend wird eine Lotpaste auf das Verdrahtungsmuster 36 der isolierenden Karte 39 aufgebracht und elektrische Bauteile, beispielsweise die Halbleiterelemente, werden in ihren bestimmten Positionen angeordnet.

Nachfolgend wird ein Klebstoff auf den Stufenbereich 33 des Rahmens 30 aufgebracht und dann wird das äußere Umfassungsgehäuse 45 auf der isolierenden Karte 39 angeordnet, wobei das Verdrahtungsmuster 36 in der isolierenden Karte 39 nach oben weist. Es wird dann ein gewisser Druck aufgebracht, um überschüssigen Klebstoff von der Verbindungsfläche auszutreiben. Es erfolgt dann ein Erwärmungsvorgang und die elektrischen Bauteile werden festgelötet und das äußere Umfassungsgehäuse 45 und die isolierende Karte 39 werden miteinander verbunden.

Nachfolgend werden die Halbleiterelemente 40, das Verdrahtungsmuster 36 und die inneren Enden der Anschlußelektroden 43 mit dem Verbindungsdraht 46 durch einen Bondierungsvorgang miteinander verbunden, wobei ein Ultraschall-Druckverbindungsverfahren angewendet wird. Insbesondere wenn das Halbleiterelement 40 und das innere Ende der Anschlußelektrode 43 miteinander verbunden werden, werden das innere Ende der Anschlußelektrode 43 und das Halbleiterelement 40 aufeinanderfolgend verbunden, der Verbindungsdraht 46 wird mit dem Dummy-Kissen 42 im Nahbereich des Halbleiterelementes 40 verbunden und dann wird der Verbindungsdraht 46 abgeschnitten.

Nachfolgend wird das Silikonharz 47 auf die freiliegende Oberfläche der inneren Enden der Anschlußelektroden aufgebracht und ausgehärtet und dann wird der Klebstoff 51 auf den Deckelsitz 50 aufgebracht, um den Verbindungsdraht 46 vollständig zu bedecken, der mit den freiliegenden Oberflächen der inneren Enden der Anschlußelektroden 43 außerhalb der Oberfläche des Silikonharzes 47 bondiert ist, wonach dann der Klebstoff 51 ausgehärtet wird, um den Deckel 48 zu befestigen.

Die Arbeitsweise dieser Halbleitervorrichtung wird nachfolgend beschrieben.

Wie bereits erläutert, weist diese Halbleitervorrichtung sechs Dioden für den Halbleiter-Wandler, sechs Transistoren für den Inverter, sechs Freilaufdioden für

den Inverter, einen Transistor für den Brems- oder Generatorbetrieb und eine Freilaufdiode für den Brems- oder Generatorbetrieb auf, wobei als Eingangsenergieversorgung eine dreiphasige Wechselstromversorgung angelegt wird. Diese Wechselstromversorgung wird von dem Wandler in einen Gleichstrom umgesetzt und dann von dem Inverter in einen Wechselstrom mit variabler Frequenz umgesetzt. Dieser Strom wird an einen Elektromotor angelegt und dazu verwendet, als Drehzahlregelung für den Motor zu dienen.

Da bei dieser Halbleitervorrichtung die isolierende Karte direkt an einem nicht dargestellten externen Kühlkörper angebracht ist, wird durch den Betrieb der Transistoren für den Invertierer erzeugte Wärme effektiv zur Außenseite hin abgestrahlt.

Das äußere Umfassungsgehäuse 45 weist die Anschlußelektroden 43 und den Rahmen 30 auf, welche einstückig ausgebildet sind, wobei die Anschlußelektroden 43 mit ihren vorstehenden Enden entlang den beiden Seiten des Rahmens 30 einander gegenüberliegend mit der Durchgangsbohrung 31 dazwischen angeordnet sind.

Wenn die Anschlußelektroden wie oben beschrieben mit dem Kunststoff versiegelt werden, besteht keine Notwendigkeit, die Anschlußelektroden 43 an dem Verdrahtungsmuster 36 der isolierenden Karte 39 mit einem Lot zu befestigen. Demzufolge wird eine große Lötfläche zum Tragen der Anschlußelektroden 43 nicht benötigt, so daß die Fläche der isolierenden Karte 39 klein gemacht werden kann. Weiterhin ist es nicht notwendig, die Anschlußelektroden mit gekrümmten Abschnitten zur Belastungsaufnahme aufgrund thermischer Verformungen der isolierenden Karte 39 auszustatten, so daß eine Halbleitervorrichtung geringer Höhe hergestellt werden kann.

Die Anschlüsse mittels des Verbindungsdrahtes 46 erfolgen sämtlich durch Bondieren. Insbesondere wenn das Halbleiterelement 40 und das innere Ende der Anschlußelektrode 43 miteinander verbunden werden, wird der Anschlußdraht 46 zunächst mit dem inneren Ende der Anschlußelektrode 43 als erster Bondierungspunkt verbunden und dann wird er mit dem Bondierungskissen 41 des Halbleiterelementes 40 ohne Abschneiden des Verbindungsdrahtes 46 verbunden. Der Verbindungsdraht 46 wird dann weitergeführt und mit dem Dummy-Kissen 42 als zweiter Bondierungspunkt verbunden und erst dann wird der Verbindungsdraht 46 hier geschnitten. Die Verbindung wird derart insbesondere dann gemacht, wenn das Halbleiterelement 40 und das innere Ende der Anschlußelektrode 43 miteinander verbunden werden, wobei der Grund hierfür wie folgt ist: wenn das innere Ende der Anschlußelektrode 43 als zweiter Bondierungspunkt verwendet wird, muß der Aluminiumdraht oder Verbindungsdraht 46 nach dem Aufbondieren auf die freie Oberfläche des inneren Endes der Anschlußelektrode 43 geschnitten werden. Der Aluminiumdraht ist jedoch im Gegensatz zu den bei herkömmlichen ICs verwendeten Golddraht nicht durch einfaches ziehen abzureißen, so daß ein Drahtschneider verwendet werden muß.

Da jedoch das innere Ende jeder Anschlußelektrode 43 nahe der Innenwand der Durchgangsbohrung 31 des Rahmens 30 hier zur Hälfte versenkt ist, liegt kein spezieller Freiraum vor, der es möglich macht, daß das Ultraschall-Druckverbindungswerkzeug und der Drahtschneider nahe dieses inneren Endes herangebracht werden können. Um einen derartigen zusätzlichen Raum sicherzustellen, müßte das innere Ende der An-

schlußelektrode 43 ausreichend von der Seitenwand der Durchgangsbohrung 31 des Rahmens 30 entfernt werden, was zu einem Anwachsen der Größe des Rahmens 30 führen würde.

Wenn das Bondierungskissen 41 des Halbleiterelementes 40 als zweiter Bondierungspunkt verwendet wird, liegt Freiraum zum Heranbringen des Ultraschall-Druckverbindungswerkzeuges und des Drahtschneiders vor, aber der Drahtschneider muß auf dem Bondierungskissen 41 des Halbleiterelementes 40 wirksam werden, was mechanische Belastungen auf das Halbleiterelement 40 aufbringt, so daß dessen elektrische Eigenschaften und die Zuverlässigkeit möglicherweise beeinträchtigt werden.

Es ist daher bei der geschilderten bevorzugten Ausgestaltungsform der vorliegenden Erfindung das Dummy-Kissen 42 nahe dem Halbleiterelement 40 vorgesehen und der Verbindungsdraht 46 wird erst dann abgeschnitten, wenn er mit diesem Dummy-Kissen 42 bondiert worden ist. Somit können die inneren Enden der Anschlußelektroden 43 und die Halbleiterelemente 40 ohne Beeinträchtigungen der elektrischen Eigenschaften und der Zuverlässigkeit des Halbleiterelementes miteinander verbunden werden.

Auf den Stufenbereich 33 der Aufbringoberfläche 32 der Halbleitervorrichtung wird Klebstoff mit geringem Überschuß aufgebracht, um die isolierende Karte 39 mit dem Stufenbereich 33 zu verbinden. Der Überschußanteil des Klebstoffes wird durch Aufdrücken des äußeren Umfassungsgehäuses 45 ausgetrieben, wenn das Umfassungsgehäuse 45 auf der isolierenden Karte 39 angeordnet wird, so daß der überschüssige Klebstoff in die Klebstoffaufnahme 55 über die Fließausnehmung 54 strömt. Somit kann verhindert werden, daß der Klebstoff auf die untere Oberfläche des Metallüberzuges 38 der isolierenden Karte 39 während des Zusammenbaus fließt. Wenn nämlich der Klebstoff auf diese untere Oberfläche des Metallüberzuges 38 gerät und hier aushärtet, verbleibt der Klebstoff auf dem Metallüberzug 38. Der thermische Widerstand in diesem Abschnitt wächst hierdurch an. Weiterhin gerät der mittlere Bereich des Metallüberzuges 38 nicht in Kontakt mit dem Kühlkörper, so daß der thermische Widerstand weiterhin wächst und die Wärmeabstrahlung in der Halbleitervorrichtung gestört wird.

Die Klebstoffaufnahme 55 kann in jeder Stelle der Umfangswand 35 ausgebildet sein.

Fig. 5 zeigt einen Teilschnitt durch die erfindungsgemäße Halbleitervorrichtung.

Gemäß Fig. 5 ist der Verbindungsdraht 46 auf die freie Oberfläche des inneren Endes der Anschlußelektrode 43 aufbondiert und erstreckt sich über die freie Oberfläche in Form einer leichten Bogenkrümmung. Wenn die Höhe des Verbindungsdrahtes 46 als Scheitelpunkt des Bogens definiert wird, so ist der Deckelsitz 50 in einer Höhenlage etwas oberhalb der Scheibenhöhe angeordnet. Die Lagebeziehung zwischen dem Deckelsitz 50 und der freien Oberfläche des inneren Endes der Anschlußelektrode 43 wird so ausgewählt, da, wenn die Scheitelhöhe nicht sichergestellt wird, dann der Verbindungsdraht 46 eingeklemmt werden kann und an einem Bondierungspunkt abbrechen kann, wodurch die Vorrichtung unbrauchbar gemacht werden würde. Wenn die Höhe zu groß wäre, würde die Gesamthöhe der Halbleitervorrichtung anwachsen, so daß eine geringe Bauhöhe nicht erzielt werden kann.

Der Verbindungsdraht 46, der mit der freien Oberfläche des inneren Endes der Anschlußelektrode 43 ver-

bunden ist liegt oberhalb der Oberfläche des Silikonharzes 47, da das Silikonharz 47 nur auf die freie Oberfläche des inneren Endes aufgebracht wird. Wenn der Deckel 48 aufgebracht wird, wird der Klebstoff 51 aufgebracht, um den Verbindungsdraht 46, der oberhalb der Oberfläche des Silikonharzes 47 liegt, vollständig zu bedecken und den Deckel 48 festzulegen. Wenn das Silikonharz 47 so eingebracht werden würde, daß der Verbindungsdraht 46 vollständig bedeckt wäre, würde das Silikonharz beim Verschließen des Deckels 48 austreten, was beim endgültigen Befestigen des Deckels 48 Schwierigkeiten machen würde. Somit ist es notwendig, den Raum zwischen dem Deckel 48 und der Oberfläche des Silikonharzes 47 zu lassen. Wenn der Verbindungsdraht 46 in diesem Raum liegt, könnte das Aluminium des Verbindungsdrahtes 46 durch Luftfeuchtigkeit angegriffen werden und die Zuverlässigkeit beeinträchtigen. Die Korrosion des Verbindungsdrahtes 46 kann dadurch verhindert werden, daß der Verbindungsdraht 46 vollständig oberhalb des Silikonharzes 47 mit dem Klebstoff zum Befestigen des Deckels 48 bedeckt wird.

Fig. 6 ist eine Ansicht von unten auf eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Halbleitervorrichtung.

Gemäß Fig. 6 ist die Klebstoffaufnahme 55 in der Umfangswand 35 des Stufenbereiches 33 gegenüber einer Ecke 66 der isolierenden Karte 39 vorgesehen. Der verbleibende Aufbau entspricht demjenigen der ersten Ausführungsform mit Ausnahme der Anordnung der Klebstoffaufnahme 55 in der in Fig. 6 gezeigten Weise.

Die Anordnung der Klebstoffaufnahme 55 gemäß Fig. 6 kann ein Ausbrechen der Ecke 66 der isolierenden Karte 39 verhindern und zusätzlich wird einem Klebstoffüberschuß das Austreten in diese Klebstoffaufnahme 55 erlaubt. Die Ecke 66 der isolierenden Karte 39 kann bei der Handhabung leicht brechen. Wenn die Ecke 66 bei der Handhabung bricht, wird die Kriechdistanz kürzer und die dielektrische Stärke verringert. Weiterhin wird direkter Kontakt zwischen der Ecke 66 der isolierenden Karte 39, welche leicht bricht und der Umfangswand 35 des Stufenbereiches 33 vermieden, so daß ein Brechen der Ecke 66 der isolierenden Karte 39 verhindert wird, selbst dann, wenn die isolierende Karte 39 und das Umfassungsgehäuse 45 miteinander verbunden werden, so daß die Herstellungsausbeute erhöht wird.

Fig. 7 zeigt eine Ansicht von unten auf eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Halbleitervorrichtung.

Gemäß Fig. 7 tritt die Umfangswand 35 nach und nach zurück, je mehr sie sich der Klebstoffaufnahme 55 nähert, wobei die isolierende Karte 39 in Mittelbereichen der Seiten der Umfangswand 35 positioniert ist, so daß die Breite der Klebstoff-Fließausnehmung 54 erhöht wird, und so das Fließen des Klebstoffes in der Fließausnehmung 54 der Umfangswand 35 erleichtert wird und somit die Aufnahme des Klebstoffes in der Klebstoffaufnahme 55 verbessert wird.

Dadurch, daß die Umfangswand sich allmählich in Richtung der Klebstoffaufnahme 55 zurückzieht, kann jeglicher Klebstoffüberfluß wirksam in diese Klebstoffaufnahmen 55 geleitet werden und er verbleibt hier auch.

Fig. 8 ist eine Draufsicht auf eine vierte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Halbleitervorrichtung, wobei der innere Aufbau der Halbleitervorrichtung mit abgenommenem Deckel dargestellt ist. Fig. 9 ist eine Querschnittsdarstellung entlang der Linie VIII-VIII in Fig. 8 und die Fig. 10 und 11 sind Ansichten von unten

auf die Halbleitervorrichtung von Fig. 8.

In den Fig. 9 und 10 ist mit dem Bezugszeichen 60 eine isolierende Karte A und mit dem Bezugszeichen 61 eine isolierende Karte B bezeichnet. Das Bezugszeichen 62 bezeichnet eine Trennplatte, welche eine Verbindungs- oder Kupplungsvorrichtung zwischen der isolierenden Karte A 60 und der isolierenden Karte B 61 ist. Die Trennplatte 62 hat konvexen Querschnitt und ist zwischen der isolierenden Karte A 60 und der isolierenden Karte B 61 mit dem vorstehenden Bereich zwischen diesen Karten eingesetzt. Die Trennplatte erzeugt eine Versiegelungsfunktion zwischen dem Silikonharz 47 und einem Klebstoff 65, verbindet die isolierenden Karten A 60 und B 61 und verbindet die Karten A 60 und B 61 mit dem Stufenbereich 33. Das Bezugszeichen 63 bezeichnet einen Verbindungsdraht zur Herstellung einer elektrischen Verbindung zwischen den Verdrahtungsmustern auf den isolierenden Karten A 60 und B 61, wobei der Verbindungsdraht 63 über die Trennplatte 62 hinweggeführt ist.

Da bei dieser Halbleitervorrichtung das äußere Umfassungsgehäuse 45 und die Anschlußelektroden 43, welche nach außen führen einstückig ausgeführt sind, gibt es keinen Bondierungsbereich zwischen der isolierenden Karte 39 und den Anschlußelektroden 43, wenn die isolierende Karte 39 als Einzelkarte wie in der ersten Ausführungsform ausgeführt ist und ein Anwachsen von lokalen thermischen Belastungen kann verhindert werden. Es verbleibt jedoch noch die Möglichkeit, daß in den Halbleiterelementen 40 erzeugte Wärme eine thermische Verformung der gesamten isolierenden Karte 39 bewirken kann, was dann wiederum die Keramikplatte 37 beschädigen könnte. Bei der vierten bevorzugten Ausführungsform ist daher die isolierende Karte in zwei Teilbereiche, nämlich die Karte A 60 und die Karte B 61 unterteilt, welche untereinander mittels eines elastischen Klebstoffes unter Verwendung der Trennplatte 62 verbunden sind, so daß die thermischen Ausdehnungen der entsprechenden Karten A 60 und B 61 verlängert werden. Somit werden thermische Verformungen der gesamten isolierenden Karte vermieden. Demzufolge ist auch die Zuverlässigkeit der Halbleitervorrichtung gegenüber thermischen Verformungen verbessert.

Fig. 10 zeigt die Anordnung der Klebstoffaufnahmen 55 in der Umfangswand 35 des Stufenbereiches 33 gegenüber den Ecken 66 der isolierenden Karte 39, wie bereits unter Bezug auf die zweite Ausführungsform beschrieben wurde.

Fig. 11 zeigt den Aufbau mit der unterteilten isolierenden Karte und der Ausnehmung mit sich vergrößernder Breite, wie bereits unter Bezug auf die dritte Ausführungsform beschrieben.

Die Fig. 12 und 13 zeigen Ansichten von unten auf eine fünfte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Halbleitervorrichtung.

Fig. 12 zeigt einen Aufbau, bei dem die isolierende Karte 39 in drei Teile unterteilt ist und die Klebstoffaufnahmen 55 in der Umfangswand 35 des Stufenbereiches 33 gegenüber den Ecken 66 der isolierenden Karte 39 angeordnet sind, wie bereits unter Bezug auf die zweite Ausführungsform beschrieben.

Fig. 13 zeigt einen Aufbau, bei dem die isolierende Karte 39 ebenfalls in drei Teile unterteilt ist und die Breite der Ausnehmung anwachsend gemacht ist, wie bereits unter Bezug auf die dritte Ausführungsform erläutert.

Bei der fünften Ausführungsform ist somit die isolierende Karte 39 in drei Teile unterteilt. Hierbei sind vor-

teilhafter Weise auch drei Arten von Halbleiterelementen auf den jeweiligen isolierenden Platten angeordnet. Die Halbleiterelemente können grob gesagt in Elemente für die Wandlung, Elemente für die Invertierung und Elemente für den Brems- oder Generatorbetrieb unterteilt werden. Die Elemente für den Invertierer erzeugen hierbei die größte Wärmemenge. Demzufolge ist es möglich, eine Keramikplatte mit guter thermischer Leitfähigkeit als isolierende Platte nur für die isolierende Karte zu verwenden, welche die Elemente für den Inverter trägt und Keramikplatten mit geringerem Preis und etwas schlechterer thermischer Leitfähigkeit können als isolierende Platte für die isolierende Karte mit den anderen Elementen verwendet werden, was die Herstellung einer Halbleitervorrichtung mit verringerten Kosten ermöglicht.

Fig. 14 ist eine Querschnittsdarstellung einer sechsten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Halbleitervorrichtung.

Gemäß Fig. 14 ist ein Epoxyharz 64 anstelle des Silikonharzes 47 vorgesehen, um im ausgehärteten Zustand die Halbleiterelemente 40 und den Verbindungsdraht 46 zu schützen und um die Oberfläche der Halbleitervorrichtung anstelle des Deckels 48 zu versiegeln. Der verbleibende Aufbau entspricht demjenigen der ersten Ausführungsform mit Ausnahme, daß die Oberfläche der Halbleitervorrichtung durch das Epoxyharz 64 versiegelt ist.

Da thermisch aushärtendes Epoxyharz eine bessere Wärmeleitfähigkeit als Silikonharz hat, kann die entstehende Wärme nicht nur auf Seiten der isolierenden Karte abgestrahlt werden, sondern auch zur Seite des Epoxyharzes hin, so daß die Wärmeabstrahlungseigenschaften verbessert sind.

Die Beschreibung der vorliegenden Erfindung erfolgt anhand von exemplarisch zu verstehenden Ausführungsbeispielen und unter Bezugnahme auf eine Leistungs-Halbleitervorrichtung; es versteht sich, daß die vorliegende Erfindung auch bei anderen Halbleitervorrichtungen anwendbar ist. Weiterhin versteht sich, daß die beschriebenen Ausführungsbeispiele als nicht einschränkend zu verstehen sind, sondern daß eine Vielzahl von weiteren Abwandlungen und Modifikationen möglich ist, ohne den Rahmen und Gegenstand der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

#### Patentansprüche

##### 1. Eine Halbleitervorrichtung mit:

(a) einem äußeren Umfassungsgehäuse; wobei das äußere Umfassungsgehäuse aufweist:

(a-1) einen Rahmen mit einer Durchgangsbohrung, welche durch eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche, welche einander gegenüberliegen, verläuft und einen Stufenbereich aufweist, der von der ersten Oberfläche entlang einer Öffnung der Durchgangsbohrung in der ersten Oberfläche zurückspringt, und

(a-2) eine Anschlußelektrode, welche teilweise in dem Rahmen eingebettet ist und deren eines Ende von der zweiten Oberfläche des Rahmens vorsteht und deren anderes Ende eine freiliegende Oberfläche parallel — zu der ersten Oberfläche der Durchgangsbohrung definiert, wobei die erste Oberfläche eine Anbringoberfläche für die Halbleitervorrichtung definiert und wobei die Halbleitervorrichtung

weiterhin aufweist:

(b) eine isolierende Karte, wobei die isolierende Karte aufweist:

(b-1) eine isolierende Platte mit zwei Hauptoberflächen,

(b-2) eine erste leitfähige Folie, welche auf einer der Hauptoberflächen der isolierenden Platte angeordnet ist und ein Verdrahtungsmuster bildet, und

(b-3) eine zweite leitfähige Folie auf der anderen der Hauptoberflächen der isolierenden Platte,

wobei die isolierende Karte an dem Stufenbereich des Rahmens so befestigt ist, daß die Oberfläche der ersten leitfähigen Folie zur Innenseite der Durchgangsbohrung des Rahmens weist und die Oberfläche der zweiten leitfähigen Folie von der ersten Oberfläche des Rahmens aus vorsteht,

wobei die Halbleitervorrichtung weiterhin aufweist:

(c) ein Halbleiterelement, welches auf dem Verdrahtungsmuster angeordnet ist und auf seiner Oberfläche ein Bondierungskissen aufweist; und

(d) einen Verbindungsdraht, der die freiliegende Oberfläche der Anschlußelektrode und das Bondierungskissen des Halbleiterelementes durch eine Bondierung verbindet; wobei die erste leitfähige Folie aufweist:

(b-2-1) einen inselförmigen Bereich, an welchem ein Anschlußende des Verbindungsdrahtes angebunden ist und der keine elektrische Verbindung mit seiner Umgebung hat.

2. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1, wobei die erste leitfähige Folie und die zweite leitfähige Folie im wesentlichen aus Metall bestehen, wobei Kupfer wenigstens eine Hauptkomponente ist.

3. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 2, wobei der Verbindungsdraht im wesentlichen aus Aluminium besteht und einen Durchmesser von ungefähr 0,1 bis 0,5 mm hat.

4. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 3, weiterhin mit (e) einem Versiegelungsmaterial zum Füllen der Innenseite der Durchgangsbohrung, so daß das Halbleiterelement, das Verdrahtungsmuster, die freiliegende Oberfläche und der Verbindungsdraht bedeckt sind.

5. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 4, wobei das Versiegelungsmaterial im wesentlichen aus Epoxyharz besteht.

6. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1, wobei die isolierende Platte aus einer gesinterten Platte aus anorganischen Material besteht.

7. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 6, wobei die isolierende Platte im wesentlichen aus Keramik besteht.

8. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1, wobei die isolierende Karte in eine Mehrzahl von Einzelteilen unterteilt ist, wobei alle Einzelteile einen Teil der isolierenden Platte, einen Teil der ersten leitfähigen Folie und einen Teil der zweiten leitfähigen Folie aufweisen und wobei die Halbleitervorrichtung weiterhin aufweist:

(e) eine Verbindungsvorrichtung zum Verbinden der Mehrzahl von unterteilten Einzelteilen miteinander, um thermische Ausdehnungen eines jeden der Einzelteile zu absorbieren.



9. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 8, wobei, wenn der Verbindungsdraht als erster Verbindungsdraht gen. mmen wird, die Halbleitervorrichtung weiterhin einen zweiten Verbindungsdraht aufweist, wobei der zweite Verbindungsdraht die Verdrahtungsmuster der Einzelteile untereinander elektrisch verbindet.

10. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Verbindungsvorrichtung aufweist:

(e-1) eine Versiegelungsvorrichtung aus flüssigem Material und wobei die Halbleitervorrichtung weiterhin aufweist:

(f) ein Versiegelungsmaterial zum Versiegeln der Innenseite der Durchgangsbohrung.

11. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 10, wobei das Versiegelungsmaterial im wesentlichen aus Silikonharz besteht.

12. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Rahmen eine Umfangswand definiert, welche den Stufenbereich umgibt, wobei die Umfangswand zurückspringend ist, so daß eine seitliche Oberfläche der isolierenden Karte, welche an dem Stufenbereich befestigt ist und die Umfangswand einen Ausnehmungsbereich bilden und wobei der Rahmen einen Kerbenbereich bildet, der mit dem Ausnehmungsbereich in Verbindung steht und sich zu der ersten Oberfläche, über einen Teil der Umfangswand hinweg erstreckt.

13. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 12, wobei die isolierende Karte einen Eckbereich hat und wobei der Kerbenbereich in einem Teil der Umfangswand gegenüber dem Eckbereich angeordnet ist.

14. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 12, wobei die Umfangswand von der seitlichen Oberfläche der isolierenden Karte bei Annäherung an den Kerbenbereich nach und nach zurückspringt, so daß die Ausnehmungsbreite des Ausnehmungsbereiches mit Annäherung an den Kerbenbereich wächst.

15. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Rahmen eine zurückspringende Oberfläche hat, welche von der zweiten Oberfläche entlang einer Öffnung der Durchgangsbohrung in die zweite Oberfläche zurückspringt, wobei, wenn der Stufenbereich als erster Stufenbereich genommen wird, die zurückspringende Oberfläche einen zweiten Stufenbereich definiert, der näher an der zweiten Oberfläche ist als die freiliegende Oberfläche, wobei die Anschlußelektrode so angeordnet ist, daß die freie Oberfläche der Anschlußelektrode näher an der zweiten Oberfläche als das Bondierungskissen des Halbleiterelementes ist und wobei die Halbleitervorrichtung aufweist:

(e) ein Versiegelungsmaterial zum Versiegeln des Innenbereichs der Durchgangsbohrung der isolierenden Karte gegenüber der freiliegenden Oberfläche,

(f) einen Deckel, der auf den zweiten Stufenbereich aufgebracht ist und die Öffnung der Durchgangsbohrung in der zweiten Oberfläche verschließt, und

(g) einen Klebstoff, der den Deckel festlegt und einen freiliegenden Teil des Verbindungsdrahtes auf der Oberfläche des Versiegelungsmaterials bedeckt.

16. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 15, wobei der Klebstoff ein thermisch aushärtendes Klebemittel ist.

17. Verfahren zur Herstellung einer Halbleitervorrichtung, insbesondere einer Halbleitervorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 16, mit den folgenden Schritten:

(a) Bereitstellen eines äußeren Umfassungsgehäuses mit einer Durchgangsbohrung, welche durch eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche verläuft, die einander gegenüber liegen, wobei ein Stufenbereich von der ersten Oberfläche entlang einer Öffnung der Durchgangsbohrung in die erste Oberfläche zurückspringt und eine Anschlußelektrode teilweise in dem Rahmen eingebettet ist, wobei ihr eines Ende von der zweiten Oberfläche des Rahmens vorsteht und ihr anderes Ende eine freiliegende Oberfläche parallel zu der ersten Oberfläche in der Durchgangsbohrung bildet;

(b) Bereitstellen einer isolierenden Karte mit einer isolierenden Platte mit zwei Hauptoberflächen, wobei eine erste leitfähige Folie auf einer der Hauptoberflächen der isolierenden Platte aufgebracht wird und eine zweite leitfähige Folie auf die andere der Hauptoberflächen der isolierenden Platte aufgebracht wird;

(c) Bereitstellen eines Halbleiterelementes mit einem Bondierungskissen auf seiner Oberfläche;

(d) Bereitstellen von drahtförmiger Verbindungsverdrahtung; und

(e) Ausbilden eines Verdrahtungsmusters durch selektives Entfernen der ersten leitfähigen Folie, wobei der Schritt (e) den folgenden Unterschritt aufweist:

(e-1) Ausbilden eines inselförmigen Bereiches, als Teil des Verdrahtungsmusters, der keine elektrische Verbindung mit seiner Umgebung hat, wobei das Herstellungsverfahren weiterhin die folgenden Schritte aufweist:

(f) Aufbringen von Lot auf das Verdrahtungsmuster;

(g) Anordnen des Halbleiterelementes auf dem Lot;

(h) Aufbringen eines Klebstoffes auf den Stufenbereich; und

(i) Anordnen des Rahmens an der isolierenden Karte, so daß die Oberfläche des Verdrahtungsmusters der Innenseite der Durchgangsbohrung des Rahmens gegenüber liegt und ein Umfangsbereich der isolierenden Karte in Anlage mit dem Stufenbereich mit dem aufgetragenen Klebstoff gelangt; wobei der Schritt (i) den folgenden Unterschritt aufweist:

(i-1) Drücken des Rahmens gegen die isolierende Karte mit einem geeigneten Druckwert und wobei das Herstellungsverfahren die weiteren folgenden Schritte aufweist:

(j) Erwärmen des Lotes und des Klebstoffes; um das Halbleiterelement an dem Verdrahtungsmuster und um die isolierende Karte an die Rahmen zu befestigen, wobei dieses Erwärmen nach den Schritten (g) und (i) erfolgt;

(k) Bondieren eines Endes des Verbindungsdrahtes auf die freiliegende Oberfläche der Anschlußelektrode nach dem Schritt (j);

(l) Bondieren eines ersten Punktes des Verbindungsdrahtes auf das Bondierungskissen des Halbleiterelementes, welches an dem Verdrahtungsmuster befestigt ist, wobei das Bondieren

- nach dem Schritt (k) erfolgt;
- (m) Bondieren eines zweiten Punktes des Verbindungsdrahtes entfernt von dem ersten Punkt auf den inselförmigen Bereich, wobei dieses Bondieren nach dem Schritt (l) erfolgt; und 5
- (n) Schneiden des Verbindungsdrahtes im Nahbereich des zweiten Punktes gegenüber dem ersten Punkt, wobei das Schneiden nach dem Schritt (m) erfolgt. 10
18. Verfahren nach Anspruch 17, weiterhin mit den folgenden Schritten:
- (o) Bereitstellen eines Versiegelungsmaterials, welches für Versiegelungszwecke geeignet ist; und 15
- (p) Versiegeln der Innenseite der Durchgangsbohrung mit dem Versiegelungsmaterial, so daß das Halbleiterelement, das Verdrahtungsmuster, die freiliegende Oberfläche und der Verbindungsdraht bedeckt sind, wobei dieses Versiegeln nach dem Schritt (n) erfolgt. 20
19. Verfahren nach Anspruch 17, wobei die in dem Schritt (b) bereitgestellte isolierende Karte in eine Mehrzahl von Einzelteilen unterteilt wird, wobei alle Einzelteile einen Teil der isolierenden Platte, einen Teil der ersten leitfähigen Folie und einen Teil der zweiten leitfähigen Folie beinhalten, wobei das Herstellungsverfahren weiterhin den folgenden Schritt aufweist:
- (o) Bereitstellen eines Verbindungsteiles, welches in der Lage ist, die Mehrzahl von Einzelteilen miteinander zu verbinden, um thermische Ausdehnung eines jeden der Einzelteile zu absorbieren und wobei der Schritt (i) den folgenden Unterschritt aufweist: 30
- (i-2) Anordnen des Verbindungsteiles zwischen die Mehrzahl von Einzelteilen und Verbinden der Einzelteile über das Verbindungsteil. 35
20. Verfahren nach Anspruch 19, weiterhin mit den Schritten: 40
- (p) Bereitstellen eines zweiten Verbindungsdrahtes, wenn der Verbindungsdraht als erster Verbindungsdraht definiert ist; und
- (q) Herstellen einer Verbindung zwischen den Verdrahtungsmustern benachbarter Einzelteile mit dem zweiten Verbindungsdraht, wobei diese Verbindungsherstellung nach dem Schritt (j) erfolgt. 45
21. Verfahren nach Anspruch 19, wobei der Schritt (i-2) den folgenden Schritt aufweist: 50
- (i-2-1) Festlegen der Mehrzahl von Einzelteilen und des Verbindungsteiles unter Verwendung eines Klebstoffes und wobei das Herstellungsverfahren weiterhin aufweist: 55
- (p) Bereitstellen eines Versiegelungsmaterials, welches für Versiegelungszwecke geeignet ist; und
- (o) Versiegeln der Innenseite der Durchgangsbohrung mit dem Versiegelungsmaterial, wobei das Versiegeln nach dem Schritt (n) erfolgt. 60
22. Verfahren nach Anspruch 17, wobei der in dem Schritt (a) bereitgestellte Rahmen in dem äußeren Umfassungsgehäuse eine Umfangswand definiert, wobei die Umfangswand zurückspringend ausgebildet wird, so daß die Umfangswand und eine seitliche Oberfläche der isolierenden Karte an dem Stufenbereich einen Ausnehmungsbereich bilden 65

und wobei in dem Rahmen ein Kerbenbereich ausgebildet wird, der mit dem Ausnehmungsbereich in Verbindung steht und sich durch die erste Oberfläche in einem Teil der Umfangswand erstreckt.

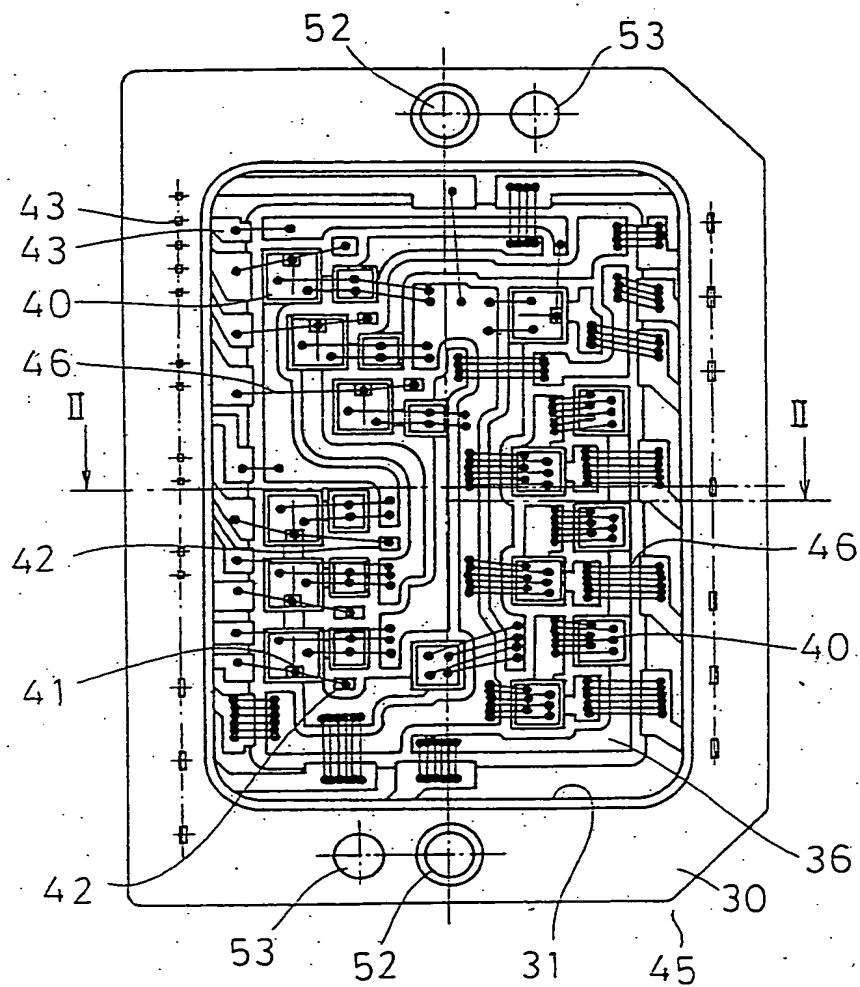
23. Verfahren nach Anspruch 17, wobei der im Schritt (a) bereitgestellte Rahmen des Umfassungsgehäuses mit einer zurückspringenden Oberfläche ausgestattet wird, welche von der zweiten Oberfläche entlang einer Öffnung der Durchgangsbohrung in der zweiten Oberfläche zurückspringt, wobei, wenn der Stufenbereich als erster Stufenbereich definiert ist, die zurückspringende Oberfläche als zweiter Stufenbereich näher an der zweiten Oberfläche als die freiliegende Oberfläche definiert wird, wobei die Anschlußelektrode in dem Rahmen so angeordnet wird, daß die freiliegende Oberfläche der Anschlußelektrode näher an der zweiten Oberfläche als das Bondierungskissen des Halbleiterelementes ist, wenn die isolierende Karte mit dem Umfassungsgehäuse verbunden wird und wobei das Herstellungsverfahren die weiteren folgenden Schritte aufweist:

- (q) Bereitstellen eines Deckels, der mit dem zweiten Stufenbereich in Eingriff bringbar ist, um die Öffnung der Durchgangsbohrung in der zweiten Oberfläche zu verschließen;
- (r) Bereitstellen eines Versiegelungsmaterials, welches für Versiegelungszwecke geeignet ist;
- (s) Versiegeln des inneren Bereiches der Durchgangsbohrung der isolierenden Karte in Richtung der freiliegenden Oberfläche mit dem Versiegelungsmaterial, wobei das Versiegeln nach dem Schritt (n) erfolgt;
- (t) wenn der Kleber als erster Kleber definiert ist, Aufbringen eines zweiten Klebers auf den zweiten Stufenbereich und das Versiegelungsmaterial, um einen Teil des Verdrahtungsmaterials oberhalb der Oberfläche des Versiegelungsmaterials zu bedecken;
- (u) Aufsetzen des Deckels auf den zweiten Stufenbereich, um die Öffnung der Durchgangsbohrung in der zweiten Oberfläche zu bedecken; und
- (v) Aushärten des zweiten Klebstoffes.

Hierzu 11 Seite(n) Zeichnungen



FIG. 1



- Leerseite -

FIG. 2

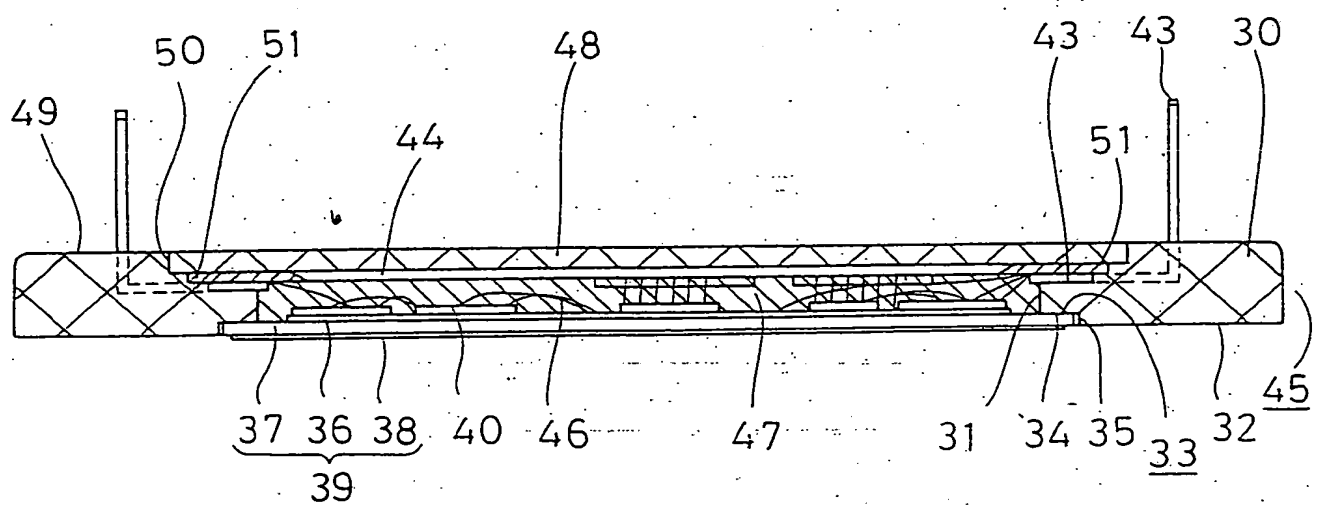


FIG. 3

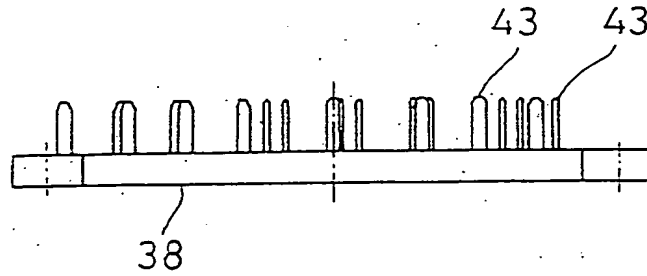


FIG. 4

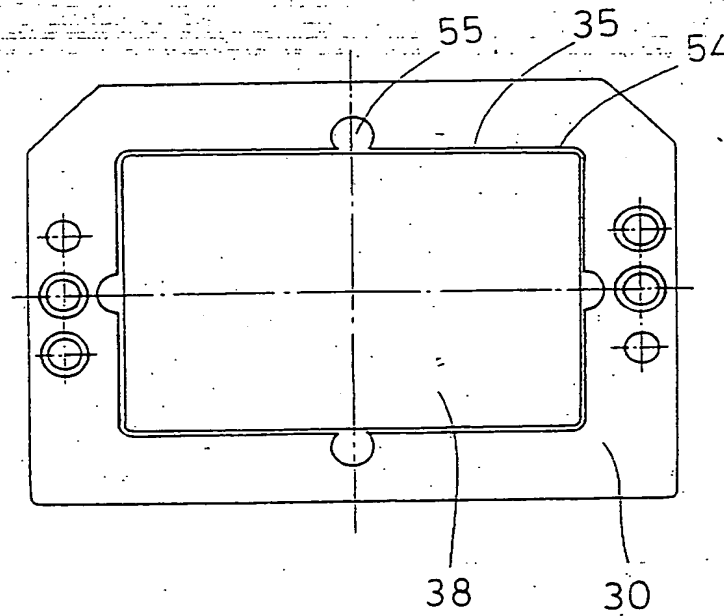


FIG. 5

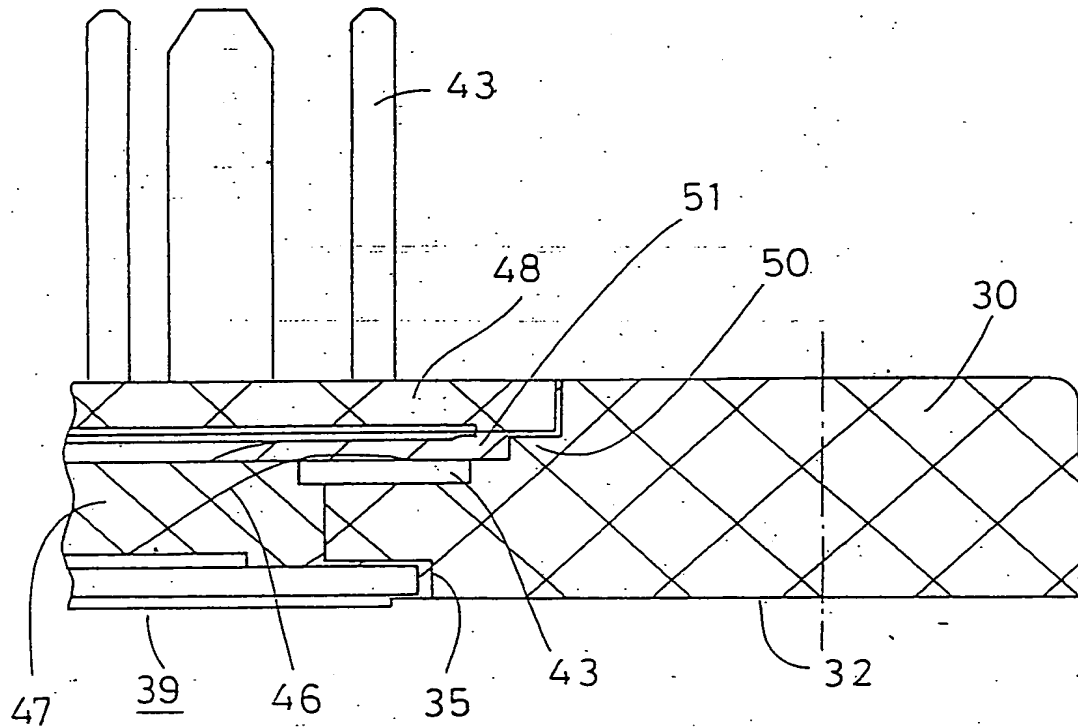


FIG. 6

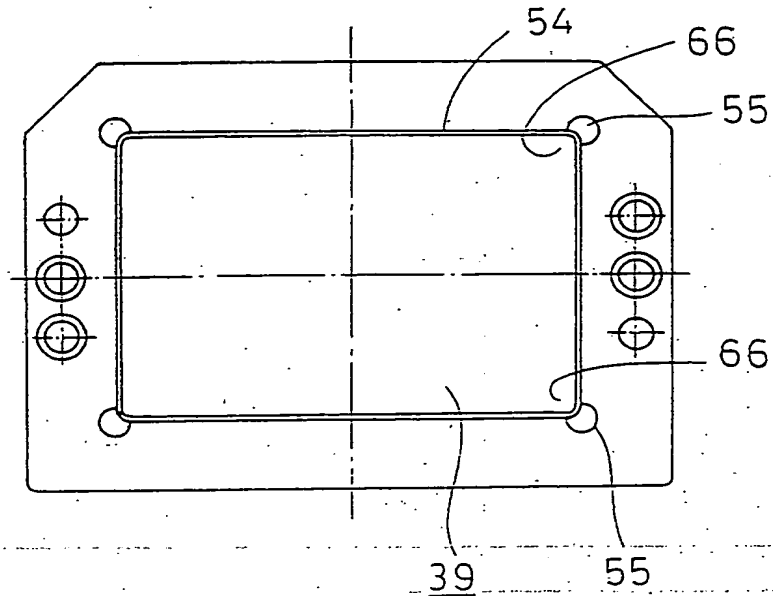


FIG. 7

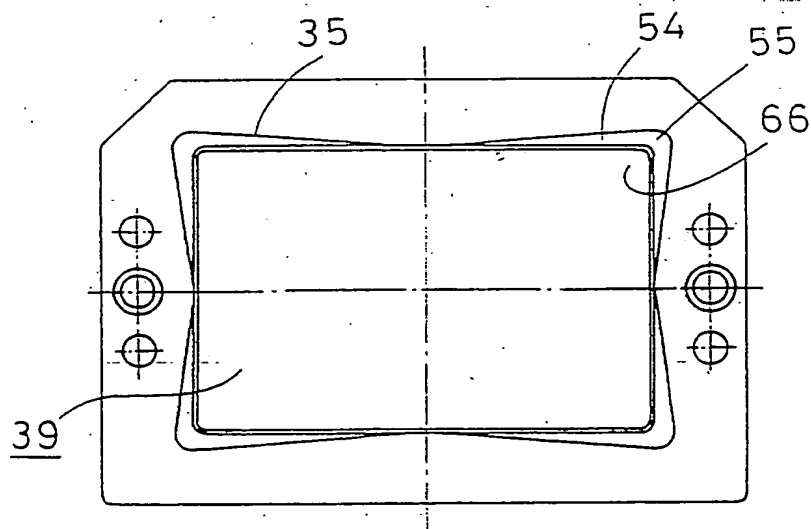


FIG. 8

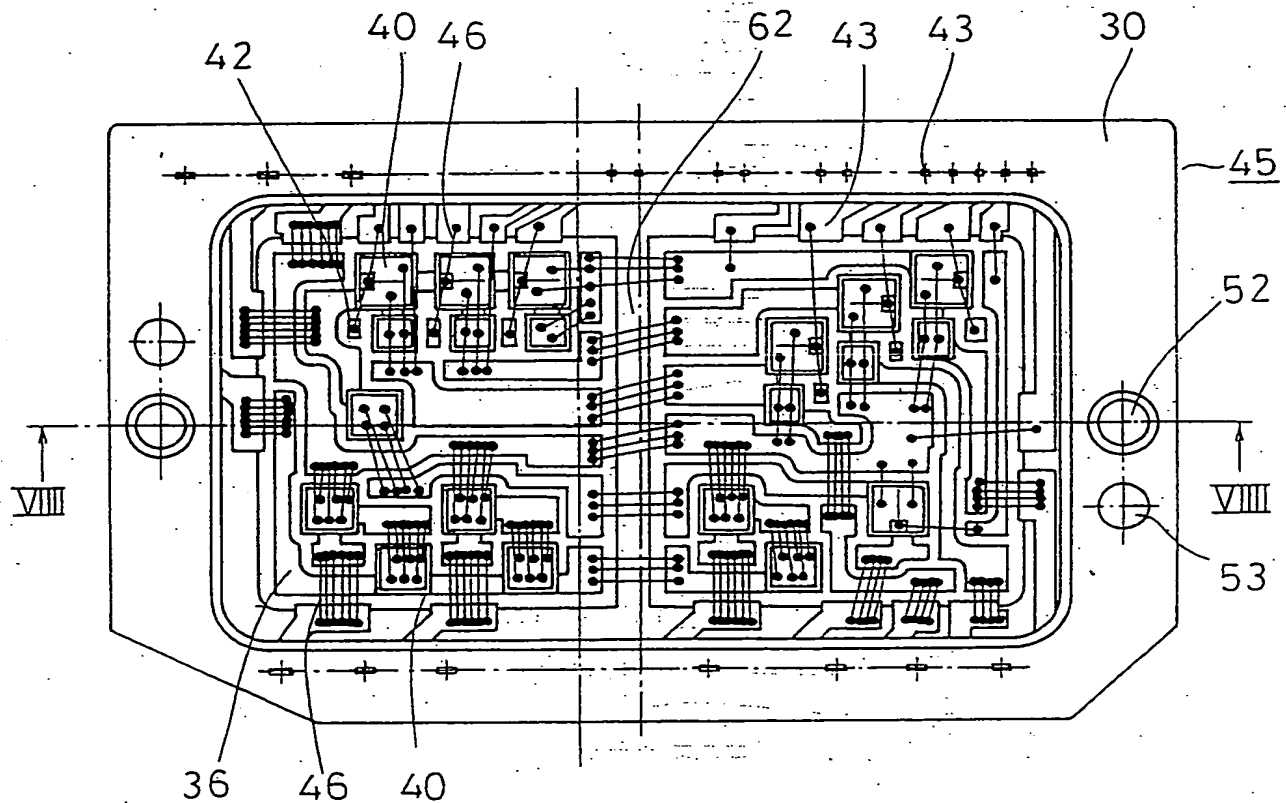


FIG. 9

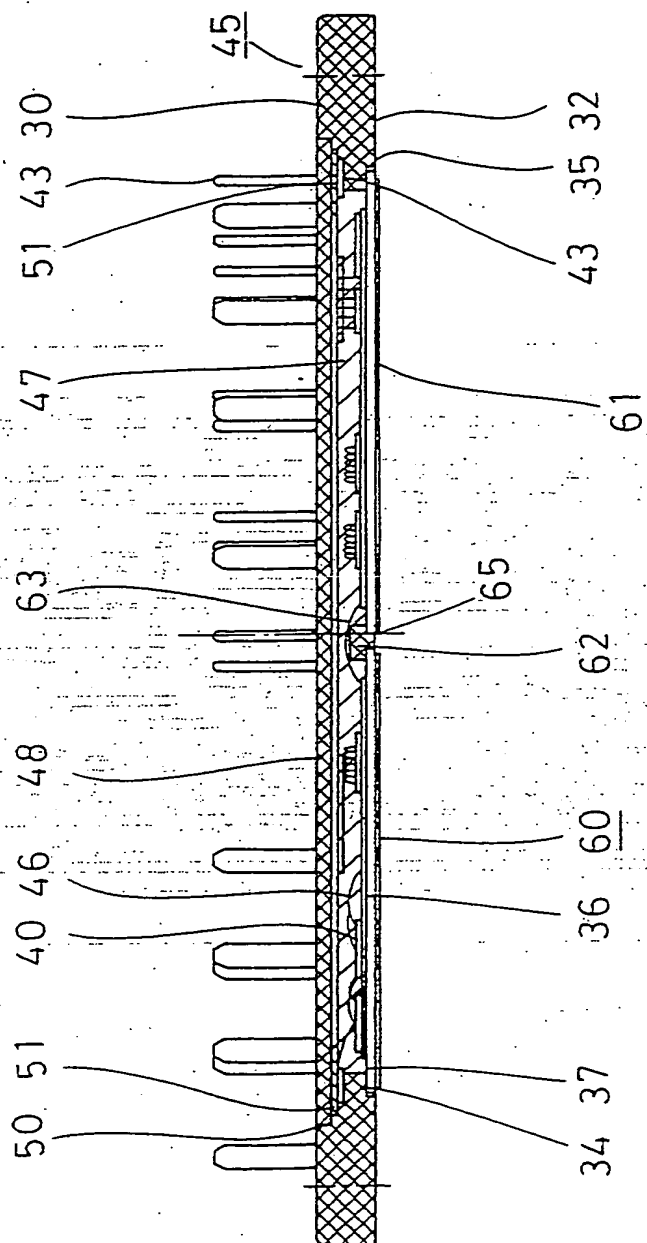




FIG. 10

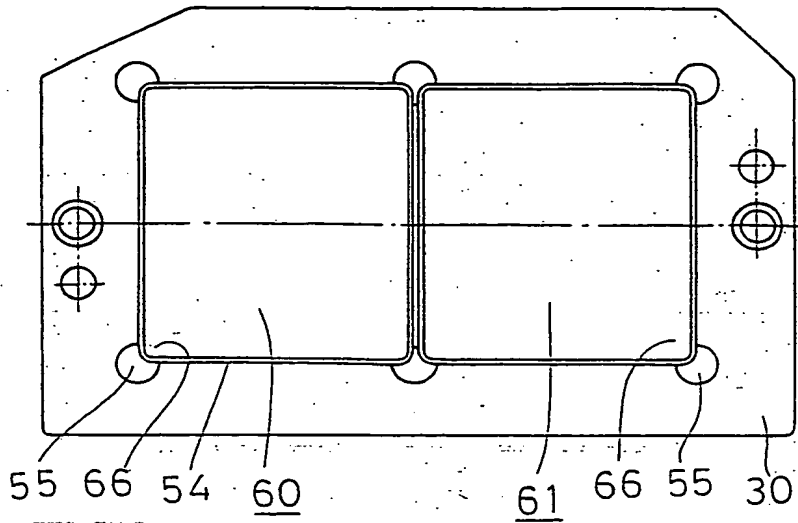


FIG. 11

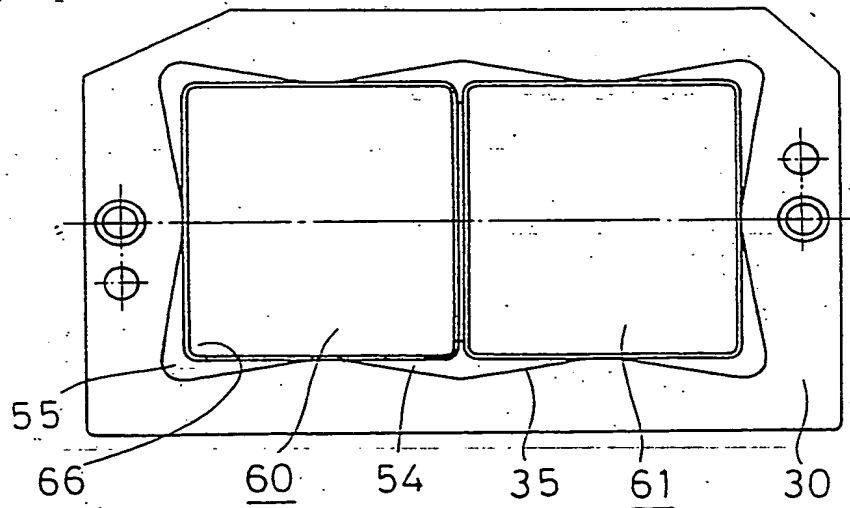


FIG. 12

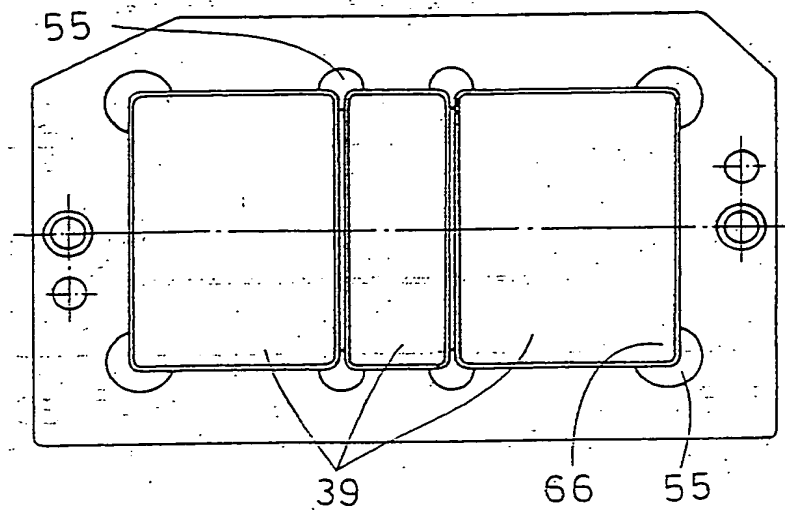


FIG. 13

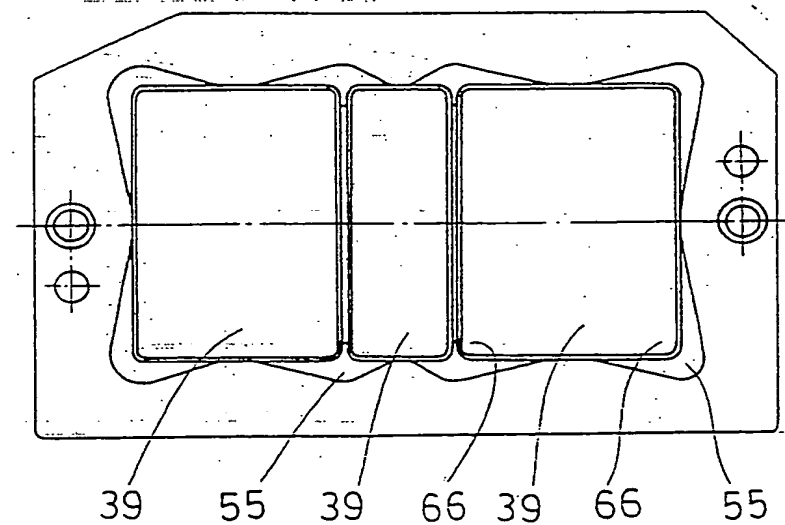


FIG. 14

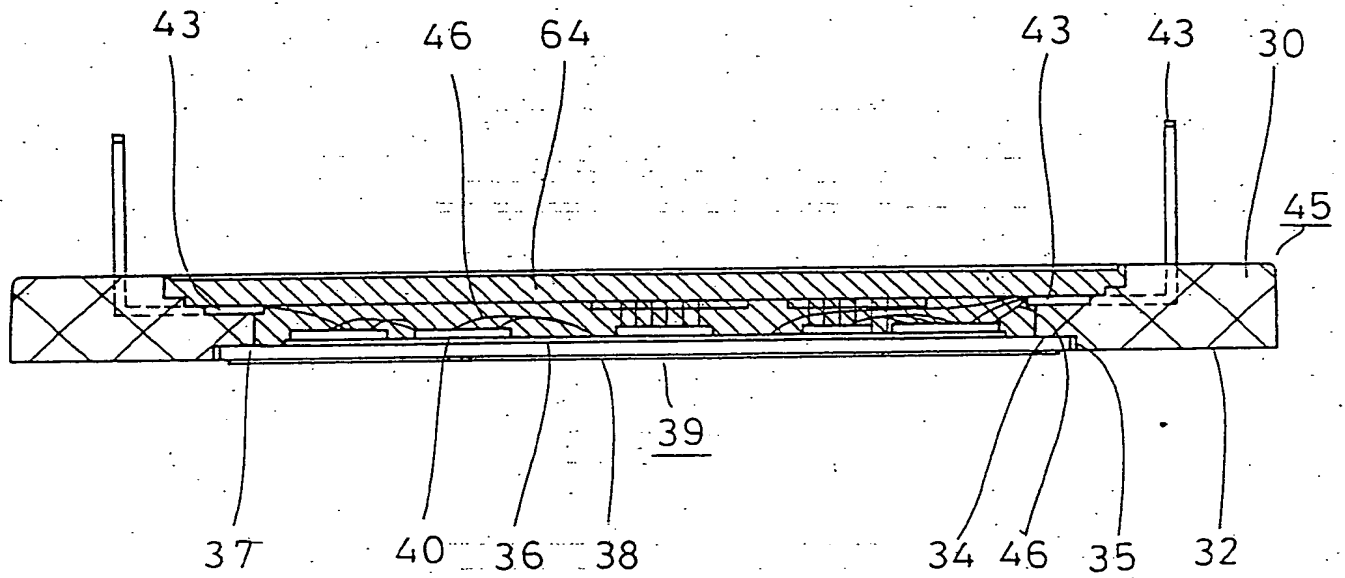


FIG. 15

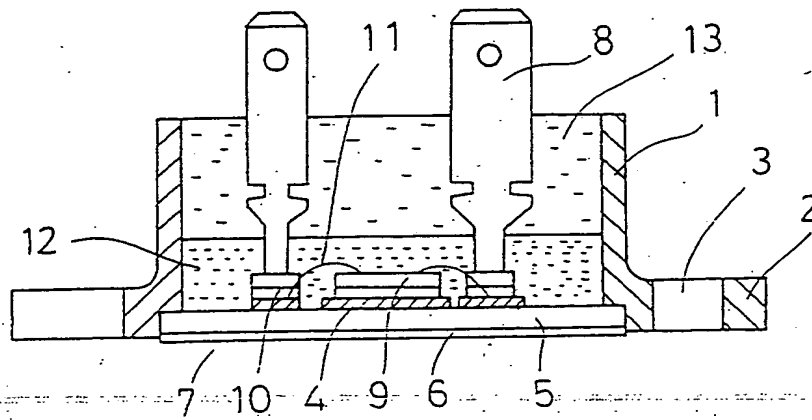


FIG. 16

